
Sci
1480
134



SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

DE FRANCE

ANNÉE 1904

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

DE FRANCE

FONDÉE LE 4 MARS 1848

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 22 DÉCEMBRE 1860

ANNÉE 1904

DEUXIÈME VOLUME

PARIS
HOTEL DE LA SOCIÉTÉ
19, RUE BLANCHE, 19

1904

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

JUILLET 1904

N° 7.

OUVRAGES REÇUS

Pendant le mois de juillet 1904, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Arts militaires.

Index to Journal of the United States Artillery. Part 1. Index of Authors. Volume I to XX. January 1892 to July 1903. Whole Numbers 1 to 61, inclusive. Supplement to Whole Number 62 (in-8°, 245 × 160 de 29 p.). Fort Monroe, Va.: Artillery School Press, 1903.
43369

Chimie.

Braun (G. et Ad. Fils). — *Dictionnaire de chimie photographique à l'usage des professionnels et des amateurs*, par G. et Ad. Braun fils. *Sixième fascicule. Gommes-Mucilages* (in-8°, 255 × 165, pages 321 à 400). (Bibliothèque photographique.) Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43360

Construction des Machines.

Graffigny (H. de). — *Les turbo-moteurs et les machines rotatives*, par H. de Graffigny (in-8°, 255 × 165 de 286 p., avec 128 fig.). Paris, E. Bernard, 1904. (Don de l'éditeur.) 43357

Éclairage.

Brackenbury (C.-E.). — *Modern Methods of saving Labour in Gasworks*, by C.-E. Brackenbury (in-8°, 250×175 de xv-64 p., avec 56 illustr.). London P. S. King and Son. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43353

Économie politique et sociale.

Bel (J.-M.). — *La main-d'œuvre aux Colonies*, par J.-M. Bel. Discussion au Diner mensuel de l'Union Coloniale française et du Comité de Madagascar. (Extrait de la Quinzaine Coloniale, t. XV, n° 173, 10 mars 1904) (in-8°, 210×135 de 19 p.). Paris, Paul Dupont, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43370

Caisse des Victimes du Devoir. Société de bienfaisance, reconnue d'utilité publique par décret du 18 mai 1889. *Assemblée générale du 7 avril 1904. Rapport du Conseil d'administration* (in-8°, 245×160 de 17 p.). Paris, Bureaux de la Caisse des Victimes du Devoir, 1904. 44364

West (J.-H.) et Gresser (Ed.). — *L'arrivisme industriel* (Europe et Amérique), par J.-H. West. Traduit de l'allemand, par Ed. Gresser (in-16, 180×120 de 69 p.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur). 43373

Électricité.

Instructions sur le montage des installations électriques jusqu'à 600 volts. Rédigées par les Associations françaises de Propriétaires d'appareils à vapeur, ayant un service électrique (Amiens, Lyon, Nancy), par l'Association des Industriels du Nord de la France (Lille) et par l'Association Normande pour prévenir les accidents (Rouen) (in-18, 185×105 de 38 p.). Nancy, Berger-Levrault et Cie. (Don de l'Association alsacienne). 43363

Jumau (L.). — *Les accumulateurs électriques. Théorie et technique. Descriptions. Applications*, par L. Jumau (in-8°, 250×165 de xvii-926 p., avec 594 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) 43374

Lapostolest (N.). — *Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière. Sources d'énergie et production d'électricité. Distribution de force motrice et de lumière par courants triphasés. Application aux divers usages des mines. Organisation et règlement du service*, par N. Lapostolest (in-8°, 250×165 de vi-299 p., avec 67 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43365

Géologie et Sciences naturelles diverses.

Geological Map of the Japanese Empire on the scale of 1 : 1 000 000. Compiled by the Imperial Geological Survey of Japan (15 feuilles réunies en une seule feuille format 1 620 × 1 850). Tokyo, 1902. (Don de M. D. Becker, M. de la S.). 43368

Législation.

Annuaire de la Société amicale des Anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Etienne, 1904 (in-16, 150 × 110 de 292 p.). Saint-Étienne, Siège social. 43356

Real Academia de Ciencias y Artes. Año academico de 1903 à 1904. CXLI de la creación de este Cuerpo. CXXXIV de su erección en Real Academia. Nomina del Personal academico (in-8°, 160 × 95 de 195 p.). Barcelona, A. López Robert. 43361

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels. Liste des membres. Année 1904 (in-8°, 190 × 115 de 94 p.). Bruxelles, l'Imprimerie nouvelle, 1904. 43376

Métallurgie et Mines.

Bel (J.-M.). — *De la méthode américaine pour la formation des entreprises de mines, et de son application à nos Colonies*, par J.-M. Bel. (Extrait du Bulletin de la Société française des Ingénieurs coloniaux, n° 3. 1er trimestre 1904) (in-8°, 240 × 160 de 9 p.). Angers, Paris, G. Lenormand et Rozsnarynowski, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43371

Guillet (L.) et Le Chatelier (H.). — *Les aciers spéciaux. Aciers au nickel. Aciers au manganèse. Aciers au silicium*, par M. Léon Guillet. Préface de M. Henry Le Chatelier (in-4°, 280 × 230 de 100 p., avec nombreuses figures). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur). 43375

Schnabel (C.) et Gautier (Dr L.). — *Traité de métallurgie générale*, par C. Schnabel. Traduit, d'après la deuxième édition allemande, par le Dr L. Gautier (in-8°, 250 × 160 de u-755 p., avec 768 fig.). Paris, Ch. Béranger, 1904. (Don de l'éditeur.) 43367

Warolus (M.). — *Cours d'exploitation des mines de houille, à l'usage des écoles industrielles, des porions et des conducteurs de travaux*, par Marc Warolus. *Deuxième édition, revue, corrigée et augmentée* (in-8°, 250 × 165 de 256 p., avec 350 fig.). Tournai, Vasseur-Delmée, 1904. (Don de l'éditeur.) 43377

Navigation aérienne, intérieure et maritime.

AVERLY (A.). — *Le problème général du « Vol » et la force centrifuge*, par A. Averly. *Premier fascicule.* Principes fondamentaux de la mécanique. Du mouvement dans l'atmosphère. Travail intégralement nécessité (in-8°, 250×165 de 95 p., avec 21 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'auteur.) 43366

CORTHELL (E.-L.). — *The Tampico Harbor Works. Mexico. Terminus of the Mexican Central Railway on the Gulf of Mexico.* A Monograph by Elmer L. Corthell. Prepared for the Universal Exposition St. Louis, Mo., 1904 (in-8°, 255×170 de 23 p., avec 5 illustr., 3 pl. et 2 appendices). (Don de l'auteur, M. de la S.) 43362

Physique.

OSTWALD (W.) et LUTHER (R.). JOUVE (Ad.). — *Manuel pratique des mesures physico-chimiques*, par W. Ostwald et R. Luther. Traduit de l'allemand, sur la deuxième édition, par Ad. Jouve (in-8°, 250×160 de VII-534 p., avec 319 fig.). Paris, Ch. Béranger, 1904. (Don de l'éditeur.) 43359

Routes.

Nivellement général de la France. Réseau fondamental. Répertoire graphique définissant les emplacements et altitudes des repères. Opérations effectuées pendant les campagnes de 1884, 1885 et 1886. Tome I (in-4°, 285×220). Nantes, Imprimerie du Commerce, 1901. (Don de M. Ch. Lallemand.) 43358

Sciences mathématiques.

TANNERY (J. et P.). — *Notions de mathématiques*, par Jules Tannery. *Notions historiques*, par Paul Tannery. Classe de philosophie. Certificat des sciences physiques, chimiques et naturelles, etc. (Programme du 31 mai 1902) (in-18, 190×130 de x-352 p., avec 180 fig.). Paris, Ch. Delagrave. (Don de M. L. de Longraire, M. de la S., de la part de l'éditeur.) 43355

Technologie générale.

FRANCHE (G.). — *Manuel de l'Ouvrier Mécanicien. Sixième partie. Machines à vapeur*, par Georges Franche. (Bibliothèque des Actualités industrielles. — N° 99) (in-16, 175×125 de 186 p., avec fig. 574 à 700). Paris, Bernard Tignol. (Don de l'éditeur.) 43372

Travaux Publics.

Annales des Ponts et Chaussées. 1re partie. Mémoires et documents. 74e année. 8me série. Tome XIII. 1904. 1er trimestre (in-8°, 255×165 de 338 p., avec 4 pl.). Paris, E. Bernard. 433

MEMBRES NOUVELLEMENT ADMIS

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de juillet 1904 sont :

Comme Membres Sociétaires Titulaires, MM. :

E.-C.-C.	Dinoire,	présenté par MM.	Couriot, Reumaux, Salvetat.
P.	Girin,	—	Carlioz, Courtin, Dayras.
L.-E.	Mouchette,	—	Couriot, Cavallier, Dibos.
P.-M.-R.	Quesnel,	—	Bodin, Gouin, Roland-Gosselin.
E.-M.	Sauvaire,	—	Casalonga, Gaune, A. Imbert.

Comme Membres Sociétaires assistants, MM. :

A.	Boas,	présenté par MM.	Couriot, Canet, A. Boas.
H.-L.-T.	Dupuy,	—	Couriot, Buquet, Hegelbacher.
J.	Hardelay,	—	Delaporte, Hardelay, Lequeux.
P.-M.-N.	Moreau,	—	Gouvy, Walther-Meunier, Schertzer.
F.-A.-J.-J.	de la Rochette,	—	Bouvier, Desjuzeur, Lordereau.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE JUILLET 1904

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 1er JUILLET 1904

Présidence de M. L. Coiseau, Vice-Président.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

M. le Président a le regret de faire connaître le décès de M. G. Petitjean, Ancien Élève de l'Ecole des Mines de Saint-Étienne (1851), Membre de la Société depuis 1887, Officier de la Légion d'honneur, Administrateur Délégué des Mines d'Albi, Président du Groupe de Paris des Anciens Élèves de l'École des Mines de Saint-Étienne.

M. le Président adresse à la famille de ce Collègue l'expression des sentiments de profonde sympathie de la Société.

M. le Président a le plaisir d'annoncer les décorations et nominations suivantes :

Chevalier du Mérite Agricole : M. E.-A. Fayolle;

Commandeur de l'ordre de l'Osmanieh : M. A. Leroux.

M. le Président adresse à ces Collègues les félicitations de la Société tout entière.

M. le Président dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance. Cette liste sera insérée dans le plus prochain Bulletin.

M. le Président fait connaître que le projet de voyage à Saint-Louis n'a pu aboutir par suite du nombre insuffisant des inscrits.

Les Membres de la Société habitant les Etats-Unis ont été informés de cette décision.

M. le Président dit que, comme chaque année pendant les vacances, les Bureaux et la Bibliothèque seront ouverts de 9 heures du matin à midi et de 2 heures à 5 heures du soir.

M. L. Joubert a la parole pour sa communication sur *les Tubes sans soudure.*

M. L. Joubert rappelle tout d'abord qu'il existe quatre catégories de tubes en fer ou en acier :

1° Tubes à bords rapprochés non soudés ;

2° Tubes soudés par rapprochement ;

3° Tubes soudés par recouvrement ;

4° Tubes sans soudure.

Il donne quelques généralités sur la fabrication des tubes sans soudure, et dit que les essais de fabrication en une seule opération ayant tous échoué, il faut procéder par étapes que l'on peut diviser en deux phases successives.

1° Fabrication d'un corps creux relativement court et épais ;

2° Allongement du corps creux par forgeage, emboutissage, laminage ou étirage, ou plusieurs modes combinés.

M. Joubert divise les modes de fabrication des corps creux en deux catégories bien distinctes :

a. Les modes qui partent d'un lingot plein ;

b. Ceux qui partent d'un lingot creux.

Dans la première catégorie, il décrit sommairement le procédé par emboutissage, le procédé par perçage d'un lingot pratiqué en Suède, le procédé par perçage d'une billette au tour à froid, les procédés par perçage d'une billette à chaud au moyen de la presse hydraulique et par les systèmes de Robertson, de Déville et d'Erhardt, les procédés par perçage à chaud d'une billette par le système Mannesmann et par le système Stieffel.

Dans la deuxième catégorie, il décrit successivement le procédé Duisberger, le procédé Stridsberg, le procédé de Louvroil.

Passant ensuite à l'examen des procédés employés pour étirer le corps creux ainsi obtenu, M. Joubert décrit l'étirage à froid, au banc à chaine, et au banc hydraulique. Puis il passe en revue les principaux modes de travail à chaud par la machine à forger ; par la presse hydraulique ; par laminage dans des gorges successives et de plus en plus réduites et, dans ce genre, les laminoirs spéciaux en enfilade de Hall et de Perrins ; puis les systèmes à deux trains tournant en sens inverse de Lloyd et Jackson. Il décrit ensuite le laminage à rebours, pas à pas, système Broomann's et le système à pas de pèlerin.

M. Joubert fait remarquer que, sous l'influence de l'émulation que les systèmes décrits ont amenée entre les différentes usines, le prix de revient des tubes d'acier sans soudure a baissé et s'est rapproché sensiblement du prix des tubes soudés et il termine en parlant des corrosions encore mal expliquées qui ont été parfois observées sur des chaudières marines à tubes en acier extra-doux.

M. L. Guillet demande à M. Joubert s'il est au courant des essais qui ont été faits avec des aciers à haute teneur en nickel pour les tubes de chaudières.

Dans ces essais, on a suivi, de l'avis de M. Guillet, une fausse route.

On s'est d'abord adressé à des aciers peu carburés renfermant de 12 à 18 0/0 de nickel sans s'inquiéter de la constitution de ces aciers. Or, ils sont martensitiques, donc extrêmement durs, très peu malléables et assez fragiles: Les résultats n'ont pas été encourageants. Puis on a essayé des aciers plus riches en nickel, des aciers à fer γ, qui ont donné des résultats assez contradictoires. Ceci s'explique aisément : parmi les aciers à fer γ, il en est qui, par simple écrouissage deviennent martensitiques, ceux-là sont à écarter.

D'ailleurs M. Guillet ne pense pas que l'emploi des aciers à haute teneur en nickel, à cause de leur prix de revient très élevé présente un grand avenir ; il ne comprend pas pourquoi les aciers perlitiques au nickel, au silicium, au titane, etc., n'ont pas attiré l'attention des fabricants de tubes sans soudure; il pense qu'il y a là un champ d'investigation des plus intéressants et qui est presque inexploré.

Bien qu'il ait observé de nombreux tubes de chaudières qui avaient été corrodés, il ne peut donner aucune indication précise, si ce n'est que la ferrite apparait toujours sale dans l'attaque par l'acide picrique, lorsqu'on a affaire à un tube s'attaquant par l'eau.

M. Guillet se demande s'il n'y aurait pas lieu de chercher aussi le motif d'attaque dans l'état d'écrouissage dans lequel peut se trouver le tube et dans le traitement thermique qu'il a subi.

Il ajoute que, bien que ses essais n'aient pas été très nombreux, il lui a semblé que les tubes à 60 kg de charge de rupture, que l'on emploie pour la construction des châssis d'automobiles, s'attaquent moins que les aciers doux.

M. L. Joubert répond qu'il ne saurait actuellement expliquer les quelques cas de corrosion signalés dans les chaudières marines à tubes d'acier extra-doux.

Il se demande si dans les condenseurs à surface, il ne se forme pas des savons qui attaquent plus facilement l'acier doux que le fer. Sans avoir fait aucun essai sur les aciers au nickel, il pense qu'on obtiendrait des résultats favorables en employant des aciers à 45 kg de résistance minimum.

M. A. Lencauchez rappelle qu'il a été reconnu en Russie, au début de la fabrication des aciers doux, par la méthode dite de déphosphoration basique, que les tôles d'acier s'oxydaient plus rapidement que les tôles de fer qu'on faisait dans ce pays. Dans la marine française on a recherché, il y a déjà vingt ans, pourquoi des tôles d'acier fondu doux à très grand allongement, 20 à 25 0/0, s'oxydaient plus facilement que le fer qui avait presque la même constitution chimique. M. Lencauchez dit que lors de la fabrication de l'acier soit au Martin, soit au Bessemer, le métal étant suroxydé on emploie, pour le désoxyder, le ferro-manganèse et il croit que les 3/1 000 de manganèse qui restent dans le métal favorisent l'oxydation.

M. Lencauchez signale que dans le cas où un tube est appelé à travailler à la compression, il n'y a aucune raison pour donner la préférence au tube d'acier sans soudure. C'est le cas des chaudières telles que chaudières locomotives et marines dans lesquelles les gaz de la com-

bustion passent à l'intérieur des tubes, et pour lesquelles on continuera à employer pendant longtemps encore les tubes soudés.

M. le Président remercie M. Joubert des renseignements qu'il a apportés à la Société, et MM. Guillet et Lencauchez des observations qu'ils ont bien voulu présenter.

M. L. Ribourt a la parole pour sa communication sur la *Régulation des turbines.*

M. L. Ribourt s'excuse d'abord du long délai passé depuis l'inscription de sa communication aux ordres du jour de la Société; les installations hydrauliques mises à sa disposition pour l'étude de cette question ont motivé des ajournements, indépendamment de sa volonté; il désirait n'apporter que des documents certains et éprouvés par une pratique industrielle prolongée.

Il remercie M. Bodin, président en 1903, d'avoir bien voulu l'inscrire d'abord et l'attendre ensuite; il remercie également M. Couriot, Président actuel, d'avoir maintenu l'inscription de sa conférence; heureux d'être ainsi patronné dans la Société des Ingénieurs Civils de France par ses deux Collègues d'enseignement à l'École Centrale.

M. Ribourt présente l'étude de la *régulation automatique* des turbines hydrauliques en deux parties :

Dans la première partie, il examine ce problème industriel sous son aspect général, avec les solutions acquises depuis longtemps et couramment employées.

En premier lieu, qu'appelle-t-on *régler* une turbine motrice d'un outillage industriel?

La puissance développée par le moteur doit être variable pour correspondre à chaque instant à celle consommée par l'usine.

Elle est le produit de deux facteurs : tels que *effort* et *vitesse.*

Il est d'usage de maintenir le facteur *vitesse* aussi uniforme que possible pour faire porter toutes les variations sur le facteur *effort.*

M. Ribourt examine comment, pour la turbine elle-même, varie sa puissance quand sa vitesse de rotation change, avec un débit constant de l'eau motrice.

Cette démonstration est appuyée sur un diagramme analytique tracé au tableau.

Puis il montre que si l'on cherche à maintenir la vitesse constante au contraire, pour en obtenir un rendement dynamique aussi élevé que possible, on doit varier le débit de l'eau de la chute en proportion de la puissance à développer.

M. Ribourt passe en revue les dispositifs dits *vannages-distributeurs* des différents types des turbines hydrauliques pour y faire varier le débit.

Des projections sont faites de ces agencements devenus classiques.

Ensuite, il aborde la régulation automatique *gouvernée* d'une manière universelle jusqu'ici par un « tachymètre » ou « tachyscope » centrifuge, celui de Watt ou ses dérivés.

Il montre la nécessité d'un relai intermédiaire pour actionner, par un

asservissement aussi précis que possible le vannage-distributeur des turbines.

M. Ribourt montre à l'aide de projections des dispositifs d'asservissements cinématiques et hydrauliques, d'ailleurs connus des spécialistes de l'emploi des chutes d'eau, et qui répondent aux besoins de l'industrie, avec plus ou moins de précision.

M. Ribourt passe à l'analyse théorique de l'action de ces servo-moteurs, qui se traduit par ce qu'on appelle « le régime troublé ».

Cette étude déjà très travaillée par des mécaniciens et des théoriciens éminents, tels que MM. Léauté, Rateau, Lecornu, Hirsch, Rolland, Wischnegradski, etc., est présentée simplement ici au moyen d'un diagramme double, d'une manière comparable avec ce que donnent les appareils enregistreurs directs employés par M. Ribourt pour observer le fonctionnement des régulateurs adaptés aux moteurs, soit : le *cinémomètre* et le *linimètre*.

M. Ribourt montre des diagrammes théoriques de vitesses et de couples moteurs dans le régime troublé sous l'action d'un régulateur automatique :

1° Sans correction de réglage, à va et vient avec temps d'arrêt aux vitesses extrêmes ;

2° Avec correction de réglage et sans temps d'arrêt aux vitesses extrêmes.

La conclusion est qu'il faut au système *gouverneur* une instabilité extrême au voisinage de la vitesse de régime qu'on voudrait avoir uniforme.

Dans la deuxième partie de sa communication M. Ribourt montre la solution qu'il a lui-même poursuivie pour régler les turbines, par la recherche d'un *gouverneur* ou tachymètre extra-sensible, qui met en jeu une fonction hydraulique ; c'est *l'hydrotachymètre*.

M. Ribourt en expose le principe et, par des dessins et des projections, il montre les dispositions matérielles de cet appareil qui ont fait l'objet d'études prolongées et méthodiques sur des applications depuis près de six années.

Le calcul des fonctions de cet appareil s'établit plus facilement par des moyens graphiques comme le montre l'orateur.

La loi de rupture d'équilibre en est bien caractéristique et donne dans l'application industrielle des résultats très probants.

M. Ribourt produit des diagrammes doubles, relevés sur deux installations en marche, depuis très longtemps, qui mettent en lumière les conditions de réglage obtenues :

Une installation de turbines à haute chute avec longue conduite et vannage à très petite course, actionnant un éclairage électrique avec transport à distance par alternateur, où la stabilité de l'éclairage s'obtient avec des oscillations de 1/2 volt environ seulement, sur 120 volts. Puis une autre installation de turbine à très basse chute avec un vannage lourd à grande course, actionnant un atelier de filature par transport à courants triphasés. La régularité de la marche est obtenue avec $\pm$ 1,5 de variations seulement, malgré des à-coups incessants jusqu'à un tiers de la puissance, dans les moteurs du secondaire.

M. Ribourt signale que ces deux cas encadrent pour ainsi dire par deux solutions extrêmes, toutes les difficultés de la question et pense que les résultats satisfaisants ainsi obtenus, constituent un progrès réel sur les solutions déjà mises en œuvre avant lui.

M. le Président remercie M. Ribourt de sa communication si intéressante et le félicite des résultats qu'il a obtenus. Personne n'était mieux qualifié que M. Ribourt pour mettre au point l'importante question de la régulation des turbines.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de :

MM. M.-W. Davies, P.-V. Miard-Pachot, A. Russac, H.-L. Monnory, comme Membres Sociétaires titulaires.

MM. E.-C.-C. Dinoire, P. Girin, L.-E. Mouchette, P.-M.-R. Quesnel, E.-M. Sauvaire, sont admis comme Membres Sociétaires Titulaires et :

MM. A. Boas, L.-T.-H. Dupuy, J. Hardelay, P.-M.-N. Moreau, F.-A. de la Rochette, comme Membres Sociétaires Assistants.

La Séance est levée à onze heures.

L'un des Secrétaires techniques :
P. Schuhler.

TUBES SANS SOUDURE[1]

PAR

M. L. JOUBERT

Diverses catégories de tubes en fer ou en acier.

Je rappellerai en quelques mots quels sont, en général, les divers modes de fabrication des tubes en fer ou en acier.

Notre tarif de douane les divise en quatre catégories :

1° Les tubes non soudés;
2° Les tubes soudés par rapprochement;
3° Les tubes soudés par recouvrement;
4° Les tubes sans soudure.

PREMIÈRE CATÉGORIE : *Tubes non soudés.*

Elle est peut-être désignée d'une façon trop peu précise et il est arrivé que des importateurs ont essayé de présenter des tubes sans soudure dans cette catégorie, disant, en jouant sur les mots, qu'ils n'étaient pas soudés.

Il faudrait dire, tubes à bords rapprochés non soudés.

Cette catégorie ne peut naturellement être employée que pour des travaux de serrurerie ou dans la construction quand la soudure est inutile. Elle a surtout été employée pour les lits, l'absence de chauffage au soudant permettant de conserver au feuillard son lustre de laminage, et permettant également de les employer en plus faibles épaisseurs.

Depuis quelques années, on a fabriqué également en tubes tronconiques rapprochés non soudés, des quantités considérables de poteaux pour supports de fils conducteurs d'électricité, tramway, transport de force, ou éclairage.

Toutes les expériences indiquent, en effet, que tant que l'on ne dépasse pas la limite d'élasticité, la soudure n'ajoute rien à la résistance à la flexion et qu'il suffit que les bords soient

(1) Voir planche 74.

bien rapprochés. La soudure n'étant possible qu'en augmentant l'épaisseur et diminuant le diamètre pour un même poids, la matière est mieux utilisée et donne plus de résistance en négligeant la soudure et en conservant un fort diamètre et une faible épaisseur.

DEUXIÈME CATÉGORIE : *Tubes soudés par rapprochement.*

Parmi les principaux emplois, nous indiquerons les tubes pour travaux de serrurerie pour lesquels la soudure est utile, tels que les tubes pour stores, la soudure étant nécessaire à la résistance à la torsion. On emploie également ce mode de soudure pour les canalisations de gaz, eau ou vapeur de petits diamètres, pour lesquels la soudure à recouvrement est particulièrement difficile. On peut cependant souder des tubes d'assez gros diamètres par rapprochement, à condition que l'épaisseur soit suffisante (environ 8 0/0 du diamètre), et on en a fabriqué jusqu'à 240 mm, qui ont donné toute satisfaction, mais pour des usages spéciaux tels que poteaux, colonnes, épontilles de navire.

TROISIÈME CATÉGORIE : *Tubes soudés par recouvrement.*

Ces tubes sont employés pour les canalisations d'eau et de vapeur, mais plus particulièrement dans les diamètres dépassant 50 mm intérieur.

Ils ont été employés presque exclusivement pour les tubes de chaudières semi-tubulaires ou multitubulaires et sont encore les plus utilisés pour cet usage quoique le tube sans soudure tende de plus en plus à les remplacer.

QUATRIÈME CATÉGORIE : *Tubes sans soudure.*

Il est difficile d'en délimiter l'emploi, parce que peu à peu ils s'infiltrent dans les usages commerciaux à la place des autres catégories.

Dans les travaux de serrurerie demandant une grande résistance et une grande légèreté tels que les bicyclettes ou les automobiles, ce mode de fabrication a complètement remplacé les tubes à rapprochement ou à recouvrement. Il se prête beaucoup mieux à l'étirage à froid, qui risque toujours de détruire les soudures et permet ainsi la production facile des tubes minces et polis; il permet également une grande régularité d'épaisseur.

Dans les canalisations de grande résistance, le tube sans sou-

dure parait tout indiqué parce qu'il peut être employé sous plus faible épaisseur et que les différences qu'il pourrait encore présenter dans les prix au kilogramme, sont compensées par les différences de poids et la plus grande sécurité. On ne comprend guère par exemple, que les tubes dits pour presse hydraulique continuent à être fabriqués à rapprochement à très fortes épaisseurs, quand on a à sa disposition des tubes sans soudure d'infiniment plus de sécurité.

La marine militaire impose, depuis 1892, le tube sans soudure pour ses chaudières.

A la suite d'accidents qui s'étaient produits sur des tubes soudés par recouvrement, elle avait eu d'abord l'idée d'essayer la soudure, en augmentant le diamètre de 1/40, en passant un boulet à l'intérieur de tous les tubes, sur toute la longueur, puis en les réduisant ensuite à froid. Elle s'aperçut assez vite qu'un mode d'essai qui commençait par fatiguer plus ou moins toutes les soudures, sous prétexte de reconnaître les moins bonnes, ne pouvait lui donner aucune sécurité, et cette administration prit le parti d'imposer le tube sans soudure.

Les Compagnies de navigation n'ont pas suivi la marine de l'État dans cette voie, à cause du prix très élevé auquel se tenaient alors les tubes sans soudure, et quelques-unes parce qu'elles tiennent encore aux tubes en fer puddlé.

La différence de prix est maintenant devenue insignifiante et il semble que dès lors, dans les chaudières marines où un accident de tube peut amener des conséquences si graves par suite des espaces restreints dont on dispose, les Compagnies de navigation devraient avoir hâte de se débarrasser de l'aléa des soudures, si bien faites qu'elles puissent être; mais il faut compter avec les anciennes habitudes et avec la crainte que certaines Compagnies de navigation ont de l'acier doux.

Or tous les modes de fabrication des tubes sans soudure sont basés sur l'emploi du métal obtenu par mode de fusion, le fer puddlé n'ayant pas assez d'homogénéité pour le travail moléculaire imposé dans la fabrication des sans-soudure.

Cette crainte de l'acier a été justifiée par des faits encore mal expliqués, qui ne se sont produits, à notre connaissance, que dans les chaudières marines. Ce sont des érosions quelquefois très profondes qui se sont produites rapidement sur des tubes d'acier extra-doux paraissant de très bonne nature, phénomène qui ne se produit pas, ou en tous cas qu'après de beaucoup plus

longues périodes sur les tubes en fer puddlé, même de médiocre qualité.

Cela donne à certaines Compagnies de navigation l'idée que les tubes en acier extra-doux se posent très facilement, sont d'un emploi très commode, mais ne font pas d'usage, tandis que les tubes en fer puddlé sont d'une pose difficile, n'ayant que peu ou pas d'allongement en travers et partant, très difficiles, à dudgeonner, mais qu'une fois en place ils font un meilleur service.

On peut précisément se demander si le remplacement du tube à recouvrement par le tube sans soudure ne remédierait pas au mal en permettant de remplacer l'acier extra-doux par de l'acier un peu moins doux, se prêtant néanmoins très bien à l'étirage. Si on comprend que les cahiers des charges des tubes soudés imposent de l'acier extra-doux de 35 à 40 kg, qualité nécessaire à une bonne soudure, n'est-ce pas une erreur d'imposer la même qualité pour des tubes sans soudure? Ne devrait-on pas, au contraire, relever la résistance à 45 kg, qualité qui s'étire très bien et qui paraît moins attaquable d'après diverses expériences (1).

Cette question est des plus intéressantes, parce que si la fabrication des tubes en acier soudé ou sans soudure reste généralement en France, il n'en est pas toujours de même des tubes en fer, dont une partie est encore tirée de l'Angleterre par suite d'une différence d'exigence dans certaines Compagnies de contrôle dont les visas sont exigés pour les assurances maritimes.

Le Véritas anglais, par exemple, ne fait pas d'essais de matières, se contentant d'essai à la presse et de vérification de surfaces très sommaire. Il estime que les allongements en travers n'intéressent que la facilité de montage et non la durée des tubes.

Le Véritas français exige des essais de mandrinage difficiles à obtenir sur des fers puddlés laminés en grande longueur, qui nécessitent des prix de matières plus élevés, des frais de déplacement pour les vérifications qui chargent le produit fini et finalement mettent trop souvent les produits français en infériorité comme prix de revient avec les produits anglais.

Cette infériorité n'existe pas pour l'acier dont l'allongement en travers est toujours suffisant. Ces phénomènes d'attaque rapide ne se produisent pas pour les chaudières de l'intérieur où

(1) L'acide dilué attaque le fer puddlé aussi vite que l'acier extra-doux, mais la soude caustique attaque le fer puddlé moins vite que l'acier extra-doux, elle attaque également moins vite l'acier doux ou demi-dur que l'acier extra-doux.



l'on a franchement substitué l'acier au fer puddlé dans la fabrication des tubes de chaudières, sans que l'on ait jamais signalé de différence dans la durée des tubes.

Si, pour cette catégorie, les tubes sans soudure tendent à se substituer peu à peu aux tubes soudés, c'est qu'en somme une soudure, si bien soignée qu'elle soit, constitue toujours un aléa auquel on se résignera de moins en moins quand on pourra l'éviter sans augmentation de dépense bien sérieuse.

FABRICATION DES TUBES SANS SOUDURE EN ACIER

Nous avons dit que les tubes sans soudure ne se fabriquaient pas en fer puddlé, mais en acier, dans ce métal que les Allemands appellent fer homogène et qui se prête bien au travail.

Cela n'est peut-être pas absolument exact, puisqu'un Anglais, M. Perrins, a cherché à fabriquer en fer puddlé un tube de fabrication très spéciale, qui pourrait à la rigueur être classé dans les tubes sans soudure.

Ce procédé consiste à composer des paquets creux en fer puddlé, à joints croisés *(fig. 1, 2 et 3, Pl. 74)*, d'une forme leur permettant de se tenir facilement dans un four à réchauffer, de les amener ensuite au soudant dans un laminoir dégrossisseur à cannelure multiple *(fig. 5, Pl. 74)* qui les soude comme dans le travail des fers ronds, mais en les faisant passer sur un mandrin central. Par des passages successifs dans des cannelures décroissantes, on obtient ainsi un tube court et épais qu'il reste à allonger par des moyens que nous examinerons ultérieurement.

Dans les diamètres moyens pour tubes de 60 à 100, ce procédé peut donner de bons tubes pour conduites.

En acier, les résultats sont médiocres, parce que ce métal se soudant toujours moins à cœur que le fer puddlé, il reste des traces des mises et l'on a plutôt un tube doublé qu'un tube sans soudure.

Les essais mécaniques généralement exigés pour les tubes chaudières pourraient aisément échouer par la dessoudure des parties, et les tubes se prêteraient même assez mal au dudgeonnage.

D'ailleurs, en fer puddlé le procédé Perrins, ne donne au métal aucun allongement en travers et comme, d'autre part, il ne permet pas l'étirage à petits diamètres, il en résulte que ce

procédé, très attrayant au premier abord, paraît ne pouvoir donner que des tubes pour conduites de 60 à 100, à l'exclusion du tube-chaudière et des tubes-conduites d'autres diamètres, ce qui n'est pas suffisant pour une fabrication continue.

Si nous passons aux tubes en acier sans soudure proprement dits, disons d'abord que les inventeurs qui ont voulu les obtenir par une seule opération pour les amener aux épaisseurs normales du commerce, paraissent avoir tous échoué.

Comme exemple le plus connu, nous citerons l'ancien procédé Mannesmann par laminage hélicoïdal d'un rond plein, et que que vous trouverez très bien décrit par notre Collègue, M. G. Richard, dans la *Métallurgie*, en 1891.

Ce procédé, dont on attendait tant et qui devait même, disait-on, produire des tubes plus minces que les tubes à recouvrement, n'a pas tenu ses promesses, tant parce qu'il produisait trop de déchet que par la grande imperfection des surfaces.

Il n'a pas été appliqué en France dans sa forme primitive et, en Allemagne, les nombreux brevets pris en la matière par M. Mannesmann montrent qu'il en a reconnu depuis longtemps l'insuffisance pour les tubes finis.

Nous pouvons, sans inconvénient, rappeler ces insuccès parce que la Société Mannesmann a réussi depuis, en produisant par étapes successives et en ne conservant le système originaire que comme point de départ.

Nous ne parlerons pas d'essais plus malheureux qui n'ont pas été sanctionnés par des succès ultérieurs et nous nous bornerons à dire que dans la fabrication des tubes en acier sans soudure, il ne faut pas trop demander à la fois à la matière, et qu'actuellement, toutes les usines produisant des tubes sans soudure d'une façon industrielle, quel qu'en soit le prix de revient, procèdent toutes par étapes successives, dont la première phase est l'obtention d'un corps creux relativement épais et de faible longueur, que nous appellerons ébauche ou dégrossi, et dont la deuxième phase a pour but l'allongement du corps creux obtenu et sa réduction à l'épaisseur définitive par laminage, forgeage ou étirage, quelquefois par plusieurs modes combinés.

Nous allons donc d'abord examiner les modes de formation des corps creux, point de départ du tube et nous les diviserons d'abord en deux grandes catégories :

La première, ayant pour point de départ un lingot d'acier plein;

La deuxième, ayant pour point de départ un lingot creux.

PREMIÈRE CATÉGORIE.

Point de départ : Un lingot plein.

Dans cette catégorie, le premier procédé qui ait donné des résultats industriels, en France tout au moins, est la transformation d'un lingot en tôle, découpée ensuite en disques qui sont emboutis (*fig. 6, Pl. 74*).

Ce procédé était déjà employé dans la fabrication des tubes en cuivre sans soudure, et quand l'acier doux a commencé à prendre une si grande place dans l'industrie, quand le tube d'acier a lui-même pris en partie la place du tube en cuivre et en laiton, les usines productrices de ces derniers ont cherché si elles ne pouvaient elles-mêmes produire des tubes d'acier par l'outillage dont elles disposaient, ou tout au moins par un outillage analogue dont leurs ouvriers avaient déjà la pratique.

Plusieurs emboutissages successifs amènent le dégrossi le plus loin possible ; il reste ensuite à le transformer en tubes par un des divers moyens que nous examinerons ultérieurement.

Au début de cette fabrication le procédé le plus employé était l'étirage à froid, dont les usines productrices avaient déjà une certaine expérience prise dans la fabrication des tubes en cuivre ou en laiton.

Le procédé d'emboutissage, quand il est pratiqué avec prudence sur des matières de bonne qualité, peut donner d'excellents résultats.

Il a le défaut de coûter assez cher, parce qu'il exige de multiples opérations pour la transformation des lingots en tôles, les emboutissages successifs et l'étirage à froid.

On a donc cherché à procéder plus économiquement en partant d'un lingot plein ou d'une barre d'acier pleine, et en cherchant le moyen de les transformer en creux par des moyens mécaniques divers. L'imagination des inventeurs s'est exercée sur ce problème, nous allons examiner quelques-unes des principales solutions actuellement appliquées.

Principaux procédés de perçage.

PERÇAGE AU PILON D'UN LINGOT *(fig. 7 et 8, Pl. 74).*

Ce procédé est appliqué en Suède, à Sandvichen. Le lingot d'acier est percé au pilon en deux fois en le retournant. On obtient ainsi un lingot creux, qui est passé dans des trains à cannelures décroissantes analogues au dégrossisseur Perrins, et on arrive ainsi à des ébauches de 2,500 m à 3 m de longueur, de diamètre variant de 40 à 50 mm, jusqu'à 130 mm.

Livrées au commerce, elles ont servi très longtemps à la fabrication des tubes bicyclettes et automobiles. La transformation de ces ébauches se fait par des étireurs spécialistes qui opèrent au banc à froid.

Les produits, surtout en une qualité d'acier mi-dur ou simplement doux, sont, en général, d'excellente qualité, surtout en raison de l'excellente matière première employée. On reproche toutefois au procédé une certaine irrégularité d'épaisseur des ébauches qui peut donner à l'étirage des inconvénients sérieux. Il exige, d'ailleurs, trop d'opérations pour être économique.

PROCÉDÉS PAR PERÇAGE DE BILLETTES LAMINÉES OU MARTELÉES.

Le lingot d'acier est bloomé au sortir de l'aciérie, puis laminé ou martelé au profil convenable pour être percé. Tronçonné en longueurs convenables, d'après le poids des tubes à fabriquer, il donne des billettes courtes, matière première de la fabrication des corps creux.

La première opération est le perçage de la billette pour en obtenir une pièce creuse qui sera ensuite transformée en un tube brut de chaud propre à subir les opérations d'étirage à froid.

Dans certaines usines, la combinaison est telle que le perçage et le laminage se font d'une seule chaude, ce qui est évidemment plus économique. Dans d'autres, les opérations sont franchement distinctes ou, tout au moins, nécessitent plusieurs réchauffages. Il est, d'ailleurs, facile d'imaginer des combinaisons entre les procédés de perçage décrits ci-dessous et les différents procédés de laminage qui seront décrits plus loin

Perçage a froid au tour *(fig. 9, Pl. 74)*.

Ce procédé, employé depuis longtemps en Angleterre, consiste à faire, à froid, dans la billette, un trou de diamètre relativement petit pour éviter de trop grands déchets de matière.

Cette opération se fait assez rapidement avec des machines à deux outils, perçant de chaque côté de la billette, qui a de 0,400 m à 0,550 m de longueur.

Cette billette est ensuite chauffée au rouge, et le trou est expansé au laminoir. Il faut naturellement passer la billette dans un certain nombre de cannelures légèrement décroissantes, pendant qu'on augmente peu à peu le diamètre du boulet intérieur.

Généralement, les ébauches obtenues par ce procédé sont continuées à être traitées de la même façon. Pour obtenir un tube brut de chaud propre à l'étirage à froid de 60 ép. 5, il faut de trois à quatre réchauffages.

L'installation comporte donc quatre fours et quatre laminoirs à cannelures multiples. Les premiers laminoirs ont 8 cannelures, le deuxième 10 à 12, le troisième et le quatrième 18 à 20 cannelures.

Il est possible, d'une même chaude, de passer dans 6 à 10 cannelures, en effectuant une réduction d'épaisseur. La longueur du tube brut de chaud obtenu ne dépasse pas 3,500 m, et l'épaisseur minima les huit dixièmes du diamètre.

Encore faut-il opérer, dans les dernières passes, avec les tringles travaillant par traction, contrairement à ce qui a lieu au début de la fabrication. Les produits obtenus sont bons, mais il y a à craindre l'irrégularité d'épaisseur, et le procédé exige trop d'opérations.

L'emploi de matière est assez élevé, et il est indispensable d'avoir recours à un étirage à froid dans la majeure partie des cas pour obtenir des tubes à épaisseur normale.

Les usines très importantes Lloyd and Lloyd, que nous avons visitées, travaillent par ce procédé, et livrent à l'Amirauté anglaise des produits très appréciés, mais dont le prix de revient est malheureusement élevé, bien qu'inférieur à celui des tubes obtenus par emboutissage.

Ce procédé exige des puissances motrices très modérées, qui peuvent aisément s'adapter à une production restreinte. La capacité de production s'établit par le nombre des usines plutôt que par leur importance.

Procédés par perçage a la presse hydraulique.

Le perçage à froid n'est pas économique, et la première chaude et les premiers passages au laminoir n'ont pour effet que l'obtention du corps creux proprement dit.

Aussi a-t-on cherché à obtenir pratiquement un perçage des billettes pleines à la presse hydraulique à chaud.

Les procédés employés peuvent se rapporter aux trois types figurés schématiquement sous les noms de procédé Robertson, procédé Deville, de la Compagnie des Métaux, procédé Ehrhardt, dont nous allons expliquer succinctement le principe.

Perçage Robertson *(fig. 10 et 12, Pl. 74).*

La billette, chauffée au blanc, est introduite dans une matrice légèrement conique. Elle est butée d'un côté; de l'autre côté, un mandrin conique, poussé dans le sens de la flèche f par une presse hydraulique, s'introduit dans le métal.

En raison de la butée et du cone de la matrice, qui détermine un frottement latéral suffisant pour empêcher le métal d'être poussé en avant, celui-ci prend un mouvement en sens opposé de celui du poinçon, et s'écoule avec liberté du côté de l'entrée de la matrice, où le diamètre est le plus grand, et cela jusqu'à ce que le mandrin ait percé le bloc d'outre en outre. La flèche f_2 indique le sens de mouvement du métal.

La matrice est conique, à l'inclinaison de 1/10; l'ébauche est introduite de façon que son extrémité coïncide environ avec le milieu de la matrice. Une bague guide le poinçon lors de l'introduction. Vers la fin du perçage, le métal s'avance dans la matrice, et le bloc est percé d'outre en outre. On enlève alors le mandrin perceur, on retire la tige en arrière, et l'ébauche percée sort assez aisément, en raison du cône et du retrait. Les matrices peuvent être rafraichies par une circulation d'eau.

La figure d'ensemble indique la façon d'opérer avec deux pistons hydrauliques, donnant une pression en sens inverse de chaque côté du bloc à percer. La pression sur G est moins élevée que sur D, afin que le piston G puisse reculer. Le bout du piston G remplace le fond de la matrice, et, lorsque l'opération est terminée, il fait sortir la billette hors de la matrice.

Le mandrin perceur D est emmanché sur la tige actionnée par

le piston J, lequel est susceptible d'être rappelé en arrière par une presse hydraulique faisant l'office de palan inverse.

Les matrices en fonte, en trois pièces, sont soigneusement alésées, et rafraichies par un courant d'eau sous pression.

Un petit piston permet de rappeler le piston R après l'opération du perçage.

Les pressions hydrauliques employées varient de 100 kg à 200 kg par mm, pour provoquer la pénétration du mandrin.

La vitesse de perçage varie de 1 m à 1,50 m par minute. Nous avons vu des ébauches ayant 400 mm percées par ce procédé.

Il y a à craindre une certaine excentricité, surtout lorsqu'on cherche à percer à faible épaisseur pour obtenir la réduction ultérieure uniquement par l'étirage au banc.

Certains fabricants soumettent les ébauches à un laminage transversal pour régulariser cette épaisseur et amincir le tube en augmentant son diamètre.

Cela peut avoir un avantage pour l'obtention de tubes de grands diamètres et de courtes longueurs ou pour l'obtention de viroles.

L'installation Robertson est très coûteuse et nécessite la mise en œuvre de puissances considérables.

Le prix de revient serait assez réduit si le laminage pouvait suivre immédiatement l'opération de perçage, ce qui n'a pas lieu généralement. Dans les installations de ce genre que nous avons visitées, nous avons toujours remarqué que le perçage et le laminage étaient deux opérations indépendantes l'une de l'autre, et qu'il était presque impossible de les combiner.

En général d'ailleurs, le perçage fonctionne à peine une journée pour trois ou quatre journées de laminage.

Perçage Deville (*fig. 11, Pl. 74*).

La billette ronde est mise dans une matrice en deux pièces. Elle est retenue, au début de l'opération, à une extrémité, dès que le poinçon pénètre dans la masse. Excepté à l'extrémité de la billette, il reste un espace annulaire entre elle et la matrice. Au fur et à mesure que le poinçon pénètre, le métal remplit cet espace. L'ébauche formée s'appuie contre la paroi de la matrice. L'excès de métal s'écoule dans le sens du poinçon, lorsqu'il a rempli l'espace annulaire.

Le lingot est ainsi percé d'outre en outre.

PROCÉDÉ EHRHARDT *(fig. 13 et 14, Pl. 74).*

On introduit une billette carrée dans une matrice cylindrique, et on soumet le bloc, préalablement chauffé, à l'action d'un poinçon de presse hydraulique ou autre.

Les quatre segments libres entre la billette et la matrice ont une section telle, dans leur totalité, qu'ils équivalent à la section du mandrin cylindrique.

On comprend que, dans ces conditions, le métal est simplement déplacé latéralement et vient remplir l'espace laissé libre dans la matrice.

En général, on ne perfore pas d'outre en outre; on laisse un fond plein, qui est utile pour la méthode de réduction employée ultérieurement. La puissance motrice est moins considérable par ce procédé, mais l'installation des presses reste fort coûteuse, en raison de la diversité du matériel nécessaire. On reproche au procédé de faire travailler d'une façon trop inégale les diverses molécules du métal.

PERÇAGE MANNESMANN *(fig. 15 à 25, Pl. 74).*

Il consiste à soumettre une billette cylindrique chauffée au blanc à l'action d'un jeu de cylindres appropriés, qui lui communiquent un mouvement de rotation rapide, combiné avec un mouvement de translation de l'ébauche. Sous l'action de ce laminage hélicoïdal, la billette se creuse, s'étire en un tube, cette opération étant facilitée par l'action d'un mandrin central qui, théoriquement, cependant, n'est pas l'outil perceur, son rôle étant uniquement de maintenir le métal et de régulariser le trou central formé.

Nous essayons de faire comprendre, par les figures de la planche 74, le principe de l'opération.

La billette B, soumise à l'action des cylindres coniques ou hyperboliques, peut être considérée comme sous l'action d'un martelage, ou laminage oblique.

Le métal est entraîné et, par suite de la réduction de diamètre, la pression détermine une certaine adhérence, nécessaire à l'opération. A partir de la position *(fig. 18, Pl. 74)*, le régime peut être considéré comme établi. La billette est donc soumise à une rotation rapide et à un roulage. Sous l'effet de ce roulage, il y

a tendance à produire la rupture centrale des fibres. Les effets centrifuges tendent aussi à l'expansion du métal, en favorisant l'adhérence aux cylindres.

On voit donc qu'aussitôt la cuvette *(fig. 16, Pl. 74)* amorcée, les fibres centrales sont soumises à des forces cherchant à les expanser à l'arrière de cette cuvette.

Sous l'influence de l'accroissement de vitesse que prend l'ébauche en progressant vers le diamètre le plus grand du cylindre, on conçoit qu'il y ait étirage entre la partie du tube déjà formée, et la partie plus ductile, parce qu'elle reste à une température plus élevée au centre de la partie pleine de la billette et qu'elle progresse moins vite.

Si on admet qu'il n'y a pas glissement ou patinage de la billette, on conçoit que les fibres extérieures auront, une fois le régime établi, une tendance à progresser plus vite que les fibres intérieures.

L'étirage continuera à se produire, allongeant toutes les fibres en hélice, jusqu'à ce que la billette soit percée.

Le mandrin central maintient le métal; il tourne avec le lingot et calibre l'intérieur de l'ébauche. Au commencement de l'opération, il facilite aussi la formation de la cuvette.

Au début de la mise en exploitation de son procédé, l'inventeur pensait produire directement un tube, d'épaisseur commerciale, par laminage hélicoïdal.

Il a dû y renoncer, en raison de l'énergie considérable à mettre en œuvre et des difficultés de toutes sortes qu'il a rencontrées.

Actuellement, les usines qui emploient ce procédé très rapide de perçage se contentent d'obtenir une ébauche percée qui est ensuite soumise à l'action d'un appareil supplémentaire. Généralement la chaleur de l'ébauche percée reste suffisante pour que le laminoir étireur puisse la travailler de la même chaude.

Pour réaliser le perçage des billettes, Mannesmann emploie un laminoir à trois galets coniques ou hyperboliques *(fig. 21, Pl. 74)*.

Les deux cylindres inférieurs sont à axes parallèles; le cylindre supérieur à axe oblique. Les deux cylindres inférieurs tournent dans le même sens et déterminent la rotation de la pièce. Le cylindre supérieur n'est pas commandé; il tourne simplement par la pression résultant de l'introduction de la billette.

La progression plus ou moins rapide de cette billette dépend de l'inclinaison de l'axe du cylindre oblique sur les cylindres parallèles.

On emploie aussi deux cylindres obliques selon le dispositif de la figure 20 *(Pl. 74)* dont l'action est combinée avec celle d'un mandrin de butée qui tourne avec le lingot. La position exacte de ce mandrin vers la cavité en formation est très importante pour le bon fonctionnement.

Le laminoir à disques *(fig. 22, 23 et 25, Pl. 74)* est une disposition spéciale basée sur le même principe et qui ressemble beaucoup à celle de Stieffel que nous examinerons tout à l'heure.

La billette a son mouvement hélicoïdal déterminé par l'action de deux plateaux de forme spéciale inclinés l'un vers l'autre. Le trou central formé se calibre aussi sur un mandrin tournant avec la billette.

Le laminoir à disques est employé pour percer les billettes de diamètre relativement faible et le laminoir oblique pour les diamètres supérieurs.

Les puissances à mettre en œuvre sont dans chaque cas relativement considérable, mais le prix de revient est certainement réduit et le procédé se prête à une alimentation continue des laminoirs étireurs sans aucun réchauffage.

On a beaucoup critiqué sans raisons sérieuses ce mode de perçage qui nuirait à la qualité des produits obtenus à cause du déplacement violent du métal de l'intérieur à l'extérieur.

L'expérience a démontré qu'en employant un métal homogène et d'excellente qualité, la qualité des produits n'a nullement à se ressentir du mode de perçage employé.

Perçage Stieffel *(Pl. 74)*.

M. Stieffel, ancien Ingénieur ou collaborateur de Mannesmann, a fait breveter en 1895 un mode de perçage qui, depuis, a été appliqué pour des tubes inférieurs à 100 mm.

Les figures 26 à 29 *(Pl. 74)* feront comprendre le système tel que cet Ingénieur l'a exposé.

Deux galets A, B, tournent dans le même sens; leurs bords ont une forme conique.

Entre les deux cylindres dont les axes sont parallèles, vient se loger un mandrin M s'appuyant par l'intermédiaire d'une tringle sur une butée. Ce mandrin peut tourner sous l'action de la billette en cours de travail.

La billette est soumise à l'action de la partie plane du cylindre

A et à la partie conique du cylindre B (vue en élévation *fig.* 26, *Pl.* 74).

Un guide spécial G la maintient à une distance *r* des centres des disques et de préférence en dessous de la ligne des centres.

Les cylindres étant mis en rotation, le guide G s'oppose à un entraînement de la billette dans leur plan.

L'action des deux cylindres tournant dans le même sens s'exerçant sur la billette donne donc à celle-ci un mouvement hélicoïdal ; la billette tournera dans le sens de la flèche (*fig.* 26, *Pl.* 74) et progressera dans le sens de la flèche (*fig.* 27. *Pl.* 74). Cette billette étant chauffée, il se produit, par l'intermédiaire du mandrin perceur, un effet d'étirage, mais, prétend l'inventeur, sans altérer l'arrangement longitudinal des fibres, car, en raison de la forme des surfaces travaillantes des disques, une vitesse de rotation uniforme est donnée à toutes les parties de la billette.

A cet effet les disques sont combinés de telle façon qu'à la partie XX', le rayon *x* étant égal au rayon X', il ne peut donc y avoir qu'un étirage longitudinal des fibres.

Au passage YY', le rayon *y* est plus petit et le rayon *y'* plus grand; l'action moyenne, dit l'inventeur, est pratiquement la même qu'en XX' car si l'un des disques tend à donner une rotation plus rapide, l'autre tend à la retarder.

Comme pendant toute la période d'adhérence de l'entrée YY' à XX' sortie, la vitesse de rotation reste la même de par cette combinaison, il se trouve en pratique que la pièce ne subit aucune torsion et que les fibres restent longitudinales.

Stieffel attribue à son mandrin un rôle plus actif que Mannesmann, il en fait un outil perceur sur lequel l'étirage vient se produire.

Mais il est évident que l'action d'expansion des fibres intérieures qui tendent à se détacher sous l'effet du roulage, et l'action de la force centrifuge, aident fortement l'opération.

La mise au point de ce mode de perçage a exigé beaucoup de tâtonnements. Il semble être arrivé à donner de bons résultats pratiques, mais la puissance nécessaire reste considérable, bien qu'on la dise inférieure à celle du laminoir à disques Mannesmann.

Il ne paraît pas aussi pratique pour les gros diamètres.

Deuxième catégorie.

Point de départ : un lingot creux.

Dans les différents procédés que nous venons de décrire, on est parti d'un lingot plein que l'on a percé, comme en Suède, ou transformé en tôle destinée à être emboutie, ou en billette destinée à être percée par un des divers procédés. Il était logique de se demander si l'on pouvait partir d'un lingot creux qu'il ne resterait plus qu'à corroyer suffisamment, et d'éviter ainsi le travail moléculaire considérable qu'exigent tous les procédés précédents.

Des essais divers dans ce sens ont été tentés depuis longtemps; voici un des premiers, dont nous avons vu une application en Allemagne.

Procédé Duisburger Eisen und Stahlwerke.

On emploie des lingots coulés selon figure 30 *(Pl. 74)* dans des lingotières munies de noyaux.

Ils sont laminés au train à larges plats par les procédés connus en évitant de chauffer à une température trop élevée. Quelquefois on interpose une matière pulvérulente pour éviter toute adhérence possible entre les bords intérieurs.

Le plat laminé prend successivement les formes 1, 2, 3, 4 *(Pl. 74)*. Réchauffé il est soumis à l'action d'un laminoir élargisseur. Quelquefois aussi la chaleur de laminage est suffisante pour éviter le réchauffage. Sous l'action du poinçon conique, la bande entraînée prend successivement l'ouverture 5, puis l'ouverture 6 correspondant au tube fini.

Comme on le voit ces tubes sont munis de deux ailerons extérieurs, qu'on ne saurait d'ailleurs supprimer, car si on les coupe le tube se trouverait détaché en deux profils de demi-cercle et si on cherche à provoquer l'ouverture complète, il se produit des criques et des cassures le long des deux lignes d'ailerons. Le prix de revient paraît peu élevé, mais l'emploi en est forcément limité pour les poteaux de traction ou les conduites de vapeur d'eau ou de gaz d'un diamètre assez grand.

Il fallait chercher à obtenir des lingots creux d'une épaisseur

plus réduite, présentant déjà dans leur texture un commencement de corroyage, afin de permettre, par des procédés plus rationnels, léur transformation en dégrossi, puis en tube.

C'est le but du procédé Strisdberg.

PROCÉDÉ STRISDBERG *(fig. 32 et 33, Pl. 74.)*

Le principe du procédé est de couler l'acier liquide dans une lingotière cylindrique capable d'un mouvement de rotation rapide autour de l'axe du cylindre.

Cette lingotière, d'abord à la position verticale au moment de la coulée de l'acier, est mise en rotation.

Il se forme un lingot en forme de paraboloïde, mais on incline peu à peu la lingotière, tout en maintenant le mouvement de rotation, jusqu'à l'amener dans une position horizontale.

Au fur et à mesure de l'inclinaison la forme du paraboloïde s'approche petit à petit de celle du cylindre, et lorsque la lingotière est horizontale, on obtient un cylindre creux à parois concentriques.

L'appareil se compose d'une enveloppe A contenant plusieurs moules C.

L'enveloppe est mobile sur les tourillons B, afin de pouvoir occuper toutes positions : verticale, oblique ou horizontale.

Les extrémités inférieures des moules sont, au moyen de manchons K, en communication avec les arbres moteurs I, dont les engrenages ou roues à friction sont tous commandés par une roue commune G, calée sur l'arbre central L, qui reçoit son mouvement d'une roue à friction *f*.

La roue *f* est mise en rotation lorsqu'elle est amenée en contact avec l'une quelconque des roues motrices à friction *d*, *d'*, *d''*, actionnée par courroies ou moteurs électriques directement accouplés.

Le métal est coulé dans les moules quand ils sont dans la position verticale, et les moules sont mis en rotation dès que la coulée a commencé. Une fois que les moules ont la vitesse de rotation voulue, on incline l'appareil, le mouvement étant donné alors par la roue *d'* puis par *d''*. Pendant le passage d'une position à la suivante les moules continuent à tourner en raison de la vitesse acquise. Pendant la coulée à la position verticale, le métal monte à la paroi du moule, la surface intérieure a la forme d'un paraboloïde. Lorsque le moule est horizontal, le métal

s'écoule le long de la paroi intérieure du moule pour rendre l'épaissenr uniforme au manchon creux final.

Les inconvénients du procédé sont dans la complication relative de l'appareillage mécanique, la difficulté d'équilibrer les appareils, de maintenir l'axe de rotation des moules dans l'axe géométrique pour avoir une épaisseur régulière.

La complexité des mouvements pendant la coulée rend difficile une production sérieuse.

Procédé de Louvroil *(fig. 34 et 35, Pl. 74).*

La Société de Louvroil a cherché dans une autre voie, en réalisant la coulée de l'acier dans des lingotières tenues invariablement dans la position horizontale.

Elles ne subissent d'autre mouvement qu'une rotation rapide, chaque lingotière étant actionnée par une dynamo indépendante, qui commande la rotation pour chacune au moment précis où on amène la poche de coulée au-dessus de la lingotière.

L'appareil se compose :

1° D'une poche intermédiaire A, mobile sur deux axes permettant son renversement autour de deux supports;

2° D'un entonnoir spécial 4 en forme de pipe, pouvant être introduit et retiré à volonté dans l'orifice de la lingotière rotative;

3° D'une lingotière rotative 6 fermée à chaque extrémité par des couvercles spéciaux 7, 8;

4° D'un palier spécial 9, côté de l'entrée du métal fondu;

5° D'un palier spécial 10, côté de la poulie de commande 11 de l'appareil.

Le réservoir intermédiaire ou poche a pour but de mesurer la quantité exacte de métal pour obtenir un lingot d'un poids donné, le diamètre et la longueur étant déterminés d'autre part par la lingotière.

Il permet également d'établir une pression dans l'entonnoir ou pipe 4, pour l'introduction du métal entrant dans la lingotière avec le débit voulu sous une charge calculée.

La pipe, chauffée, s'introduit à volonté ou se retire de la lingotière par le trou du plateau 7 de fermeture à l'avant.

L'orifice du bec 13, le jeu à laisser entre ce bec et l'orifice du plateau 7, peuvent aussi varier selon le diamètre, l'épaisseur et la longueur du lingot à obtenir, puisqu'on peut varier à volonté le débit et la hauteur de la charge. La lingotière rotative 6

est en métal convenable permettant la dilatation; elle est fermée à l'avant et à l'arrière par les plateaux ou couvercles 7, 8, à emboîtements spéciaux, afin d'éviter l'introduction du métal fluide dans la section du joint.

Le plateau d'avant 7 est fermé par des clavettes, dont le serrage conique est d'autant plus énergique que la rotation est plus rapide.

Ce serrage permet, lors du démoulage, un enlèvement rapide du plateau 7 pour le démoulage du lingot creux.

Le plateau d'arrière 8 est continué par un arbre creux dont le trou central permet l'expulsion d'une partie du gaz au dehors, l'autre partie étant expulsée par le jeu existant entre le plateau et la buselure du côté de l'introduction du métal.

Le palier 9 permet un roulement de la lingotière sur trois galets à billes, réunis par un ressort; la dilatation est donc assurée.

Le palier 10 est établi à rotule près de la commande 11. Il supporte l'arbre creux, est à l'abri de la chaleur et peut se lubrifier facilement, tout en permettant une dilatation et un réglage faciles de la lingotière, et tout en évitant les trépidations lors de la rotation, lesquelles seraient une cause d'insuccès dans l'opération.

Ces dispositions de paliers éviteront également de refroidir la lingotière qui fonctionnera, bien qu'elle soit portée au rouge.

Enfin la poulie 11 reçoit sa commande d'une dynamo, ce qui permet de régler facilement les vitesses à donner au fur et à mesure de l'avancement de l'opération ou selon les diamètres à obtenir, tout autre moyen judicieusement appliqué pouvant d'ailleurs convenir pour obtenir cette variation de vitesse.

Il est dès lors facile de comprendre la manœuvre.

L'acier à la sortie du four Martin tombe dans la poche de coulée (*fig. 34*, *Pl. 74*).

Une fois remplie d'acier, elle est amenée au-dessus de la première des lingotières rotatives qui sont toutes à la suite les unes des autres dans le sens de la longueur de la halle de coulée. Au moyen du rhéostat (n° 1), on a mis en marche le moteur M (n° 1) actionnant la lingotière L (n° 1).

La manœuvre est faite par l'ouvrier situé sur la passerelle P à distance de tout accident possible.

La poche étant dans la position voulue, le couleur emplit la poche intermédiaire A qui jauge la quantité d'acier. Puis le

pont se met en marche et la grosse poche se met en face de la lingotière (n° 2).

La première poche intermédiaire A est alors dégagée, un ouvrier, qui se tient sur la petite passerelle K, culbute le contenu de la poche A qui tourne autour du tourillon. L'acier tombe dans la pipe B et entre dans la lingotière en rotation; immédiatement il est projeté aux parois en vertu de la force centrifuge.

Pendant ce temps, le couleur a empli la poche intermédiaire correspondant à la lingotière (n° 2), le culbuteur la verse dans la pipe (n° 2), et l'opération continue ainsi pour toutes les lingotières amenées préalablement en rotation. Dès que l'acier est introduit, on tire la pipe pour faciliter la sortie des gaz par le trou central. La rapidité de la manœuvre est très grande, et en moins de 12 minutes, la coulée entière de 7 à 8 000 kg peut être effectuée en lingots pesant en moyenne 150 à 180 kg.

Lorsque le métal commence à se refroidir dans l'intérieur de la lingotière, on arrête la rotation, soit au bout de 10 minutes environ.

Pour le démoulage, on enlève avec le pont les poches intermédiaires, le tréteau, et on sort le lingot horizontalement de la lingotière, avec facilité, au moyen de tenailles appropriées du côté O.

Les lingots creux à obtenir varient comme diamètre et longueur selon les tubes à obtenir.

Ils ont habituellement de 140 à 260 mm de diamètre, avec une épaisseur moyenne de 35 à 45 mm et une longueur de 1,200 m à 2 mètres.

Les lingots sont découpés en deux ou trois tronçons de poids convenable, selon les tubes à obtenir.

Ces tronçons sont alors corroyés énergiquement sur mandrin intérieur à un train dégrossisseur les soudant en une ou deux chaudes, et dans six à huit cannelures selon les cas. Ils sont ainsi amenés à une longueur de 1 m à 1,500 m environ, en même temps qu'ils sont réduits d'épaisseur, amenés au diamètre intérieur dépassant de 4 à 5 mm seulement celui du tube final à obtenir.

Ce dégrossisseur est celui qui est figuré *(fig. 5, Pl. 74)*.

Ce procédé a le grand avantage de permettre de couler rapidement tout le contenu d'un four Martin de 5 à 10 t et se prête bien à une production intensive et économique.

On ménage cependant la possibilité de produire quelques lingots pleins pour achever la coulée.

TRANSFORMATION DES CORPS CREUX EN TUBES

Tous les procédés que nous venons d'examiner, qu'ils partent d'un lingot plein ou d'un lingot creux, aboutissent à un produit creux, de courte longueur, d'assez forte épaisseur, qui ne peut être immédiatement utilisé que pour quelques usages spéciaux, et qu'il faut, pour la plupart des emplois, réduire d'épaisseur.

Les procédés mécaniques sont nombreux, et tous les jours l'imagination des inventeurs en crée de plus ou moins nouveaux et de plus ou moins pratiques.

Je ne puis donc que vous montrer les principaux types des procédés employés ou proposés.

Le plus ancien moyen connu a été l'emploi de la machine à forger, pour commencer le travail, avec achèvement par un étirage à froid au banc à étirer.

Les machines à forger sont suffisamment connues, et les bancs à étirer sont employés dans tant d'industries, qu'il suffira d'en faire une description sommaire.

Banc a étirer a chaines.

Le banc d'étirage à froid comporte : un banc d'arrière B^1, un banc d'avant B^2, reliés ensemble, et dont la démarcation est le porte-filière F. *(fig. 36 et 37, Pl. 74).*

Une chaine galle C reçoit son mouvement par un engrenage E. La tenaille T, s'accrochant à la chaine d'une part, serre dans ses mâchoires l'extrémité du tube appelée soie ou pince. Entraînée par la chaine, elle tire ce tube à travers la filière F. Le tube se réduit donc entre cette filière en acier très dur F, et un mandrin M, fixé par une tringle *t* s'appuyant en A à l'extrémité du banc d'arrière B^1.

Certains bancs sont actionnés par courroie d'une transmission en l'air, surtout pour les faibles puissances.

Pour des puissances plus élevées, toute la série des bancs composant un atelier d'étirage à froid est commandée par tansmission souterraine, chaque banc étant débrayable séparément. Quelques installations ont adopté l'attaque des bancs par moteur électrique, mais la réduction des vitesses est énorme, et il y a

à craindre que l'à-coup inévitable du démarrage ne présente des inconvénients.

La succession des opérations à faire subir au tube comporte : formation de la pince à une extrémité du tube, pour permettre à la tenaille de le saisir; recuit du tube, décapage pour enlever les pailles d'oxyde formées par le recuit, cuivrage par immersion dans un bain de sulfate pour faciliter l'étirage ; lavage, séchage, graissage du tube, et enfin étirage à froid sur mandrin. Si une passe d'étirage n'a pas suffi pour la réduction d'épaisseur voulue ou le poli cherché pour la surface, il faut, avant une deuxième passe, recuire et repasser par toutes les opérations indiquées, et ainsi de suite entre chaque passe.

De toutes façons, il faut terminer par un recuit, si on veut laisser à l'acier ses qualités, l'étirage à froid augmentant toujours la fragilité.

La vitesse des bancs varie de 4 à 8 m. La réduction de section en une passe est variable également, selon la qualité d'acier travaillée. Pour un acier doux ne dépassant pas 40 kg de résistance, la section initiale, par rapport à la section réduite, peut être dans le rapport de 130/100. L'étirage ainsi compris se fait sur mandrin court.

On opère parfois sur un mandrin long, préconisé par M. Stieffel, pour donner plus de réduction de section et plus d'allongement à chaque passe. Il faut alors enlever le mandrin, qui adhère fortement au tube, en le faisant tourner dans un appareil à deux cylindres obliques, expansant le tube par roulement entre les deux cylindres.

L'obliquité des cylindres a pour but de faire avancer le tube en même temps qu'il roule.

Ces opérations d'étirage coûtent cher et n'améliorent pas le métal. Il convient d'en diminuer le nombre le plus possible, en opérant avec des bancs assez forts pour obtenir de fortes réductions de section à chaque passe.

L'expérience montre d'ailleurs qu'on fatigue plus le métal par des réductions de diamètres sans réductions suffisantes d'épaisseur. C'est ce que l'on appelle le passage à creux, et il donne à l'acier une augmentation de fragilité.

Banc hydraulique a étirer.

Pour étirer des tubes de gros diamètres à froid, on emploie souvent, au lieu des bancs à chaînes, les bancs hydrauliques (*fig. 38 et 39, Pl. 74*).

Le principe du travail d'étirage reste identique.

Le tube est entraîné par un piston hydraulique P. La tige T du piston hydraulique est calée à une glissière M, guidée dans son mouvement sur deux entretoises, qui relient le corps de presse au porte-filière F. La machine C vient serrer la pince du tube à étirer. Le tube est entraîné dans le sens *f*.

Un banc d'arrière B, avec support de tête K maintenant la tringle porte-mandrin, se trouve de l'autre côté de la filière.

En dehors du piston principal P, actionnant la marche pendant l'étirage, un petit piston *p*, fonctionnant dans le sens *f*, ramène par un mouvement inverse le tube et le gros piston P après la passe achevée.

Les leviers L^1 et L^2 règlent la marche du distributeur hydraulique D. La pression hydraulique vient généralement d'un accumulateur. Celle employée varie de 100 à 250 kg.

Ces appareils sont très avantageux pour les tubes de forte section. On arrive aisément à assurer un démarrage progressif, tandis qu'un banc à chaines offre, au contraire, l'inconvénient d'un choc plus ou moins nuisible au départ de la passe, malgré tous les dispositifs plus ou moins ingénieux et pratiques qui ont été essayés pour y obvier.

Mais les installations de bancs hydrauliques ont l'inconvénient d'être d'un prix comparativement beaucoup plus élevé que celles des bancs à chaines, dans les limites où ces derniers restent applicables, c'est-à-dire pour des puissances inférieures à 30 t.

Pour des puissances supérieures, l'avantage des bancs hydrauliques sur les bancs à chaines est indiscutable, à notre avis.

Ainsi que nous l'avons dit, l'étirage à froid coûte cher et n'améliore pas le métal. On ne peut jamais l'éviter quand on veut des tubes polis, ou simplement quand on veut des tubes minces, mais il convient de pousser le plus loin possible le travail à chaud de forgeage, qui ne fatigue pas le métal et, au contraire, l'améliore.

Presse hydraulique.

On peut allonger le tube en réduisant l'épaisseur par une presse hydraulique, genre de celle indiquée sur la figure 14 *(Pl. 74)*, relative au procédé Ehrhardt. L'embouti ou le lingot, non percé de part en part, passe successivement dans une série de filières, de diamètre de plus en plus réduit. Le lingot est poussé par une barre recevant l'action du piston de la presse, l'extrémité de la barre exerçant son action sur le culot de l'embouti.

Une fois l'opération terminée, on appuie le tube contre une lunette, et on retire la barre par un mouvement inverse.

Laminage a chaud.

Un autre procédé tout indiqué était, naturellement, le laminage à chaud sur mandrin, dans un laminoir à cannelures décroissantes, du genre de celui qui est indiqué sur la figure 5 *(Pl. 74)*.

La réduction se fait par pression entre les cannelures et un boulet maintenu par une tringle. Dans les tubes courts, la tringle travaille par compression; dans les tubes longs, ou de faibles diamètres ou épaisseurs, la tringle travaille par traction.

Ce procédé est parmi les plus anciens employés.

L'important, dans le laminage à chaud, étant d'opérer très vite, pour réduire le nombre des réchauffages, on a proposé une variante, consistant dans l'emploi de quatre cylindres, deux horizontaux et deux verticaux, formant une gorge complète de travail *(voir schema, fig. 56, Pl. 74)*.

Une amélioration sérieuse, pour le laminage des tubes de gros diamètres, évitant de repasser le lingot au-dessus des cylindres, a été réalisée récemment par MM. Lloyd et Jackson.

Les figures 53 à 55 *(Pl. 74)* indiquent le procédé. Les deux laminoirs marchent en sens inverse. Après avoir passé l'ébauche au train de droite, le chariot la porte automatiquement au train de gauche. Reçue par le chariot opposé, la billette revient au train de droite, et ainsi de suite, en suivant, comme chemin parcouru, les côtés d'un carré.

Une autre variante du procédé par laminage consiste dans le dispositif d'une série de laminoirs disposés en enfilade, et ayant une tringle de traction commune, avec boulets de plus en plus

petits, et cannelures de plus en plus petites *(fig. 40 à 43, Pl. 74)*.

Ce dispositif n'a jamais donné de bons résultats, car il est très difficile de régler exactement l'ensemble, pour avoir un étirage régulier, et une avarie est toujours longue à réparer.

Il n'est presque plus employé.

Procédé Broomann *(fig. 44 et 45, Pl. 74)*.

Parmi les procédés de laminage qui ont été brevetés pour la fabrication des tubes sans soudure, il en est un très intéressant, qui est décrit dans une patente anglaise de 1846, accordée à l'inventeur Broomann. Elle expose très clairement et d'une façon précise le principe du laminage à rebours par portions successives du tube qu'on a baptisé, vingt-cinq ans plus tard de « laminage à pas de pèlerin ».

Broomann montre le laminage d'un tube sans soudure : « dans des cylindres formés de trois secteurs, par exemple,

» M représente le mandrin, E l'ébauche ou lingot creux en » cours de travail, T le tube formé dégagé du mandrin.

» Pour se faire une conception nette du principe, dit l'inven- » teur, les galets peuvent être considérés comme des secteurs » creusés avec une courbe conique. La réunion des cylindres » forme une ouverture qui sera de différents diamètres en dif- » férentes sections et les galets, en tournant, développeront un » cône.

» Les secteurs sont, au début, en telles positions que l'ouver- » ture formée entre eux est au plus grand diamètre. Le bout du » lingot sur son mandrin est poussé sur une petite distance. » Les galets tournant, la section se contracte graduellement, » réduisant le lingot à un diamètre moindre, pendant que le » métal s'allonge, ou plutôt la portion de métal soumise à l'action » de la partie travaillante, tandis que la partie du lingot sur » laquelle on n'agit pas reste stationnaire comme diamètre.

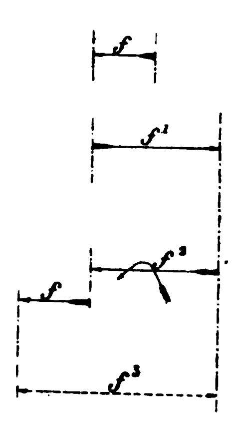
» Le mandrin M, qui est à l'intérieur, supporte la pression » du métal et calibre l'intérieur.

» Le mandrin et son lingot creux doivent pouvoir se déplacer » sur une distance suffisante, correspondant à la longueur du » laminage. (Ils se déplacent donc dans le sens de la flèche f_1.)

» Ensuite, avant que le secteur suivant n'approche, le lingot » et le mandrin doivent recevoir un mouvement en sens inverse » et un mouvement de rotation (flèches f_2), et l'alimentation

» nouvelle est donnée pour former une autre portion pendant
» que l'ouverture centrale est au plus grand diamètre. Une nou-
» velle portion de lingot est réduite, et ainsi de suite. »

L'inventeur fait observer que le mandrin n'a besoin que d'être beaucoup plus court que le tube final obtenu ; que le métal est comprimé graduellement, que le mouvement de rotation de l'ébauche entre deux actions des étampes est nécessaire, pour rendre cylindriques toutes les parties du tube, qui autrement ne le serait pas, parce qu'il a reconnu la nécessité de donner une section ovale à la partie travaillante des secteurs. Il insiste sur le fait que l'alimentation est petite à chaque portion de travail, de telle façon que le métal reçoit de nombreuses pressions des secteurs qui déterminent une réduction graduelle et facile du lingot. Il fait remarquer, en outre, qu'à chaque attaque des secteurs, il se produit une légère ondulation en avant des cylindres, qui facilite le mouvement de l'ébauche pendant la période de laminage.



Nous trouvons donc toutes les caractéristiques du laminage à pas de pèlerin, qui sont :

Laminage par portions successives sur mandrin court, par des galets n'agissant que pendant une partie de leur révolution pour réduire l'ébauche ;

Les secteurs travaillants sont de section conique croissante ou décroissante ;

L'alimentation faite pendant que l'ouverture est la plus grande est petite chaque fois, et elle se produit après qu'un mouvement de rotation est donné pour assurer la production d'un tube bien rond et bien calibré ;

Les mouvements de l'ébauche sont : 1° alimentation f ; 2° laminage f_1 ; 3° mouvement inverse et rotation f_2 ; 4° alimentation nouvelle f, s'ajoutant à f_2 et donnant au total f_3 dans le sens de progression de l'ébauche.

C'est la réalisation complète du laminage par portions successives dit à pas de pèlerin où le mouvement d'avance est toujours légèrement plus grand que le mouvement de recul.

Laminage a pas de pèlerin *(fig. 46 à 52, Pl. 74).*

On lamine, dans des laminoirs à gorges décroissantes à action intermittente par le procédé dit « à pas de pèlerin ».

Les figures 46 à 50 *(Pl. 74)* indiquent les différentes phases de cette opération, analogue à celles décrites dans le procédé précédent.

Le dégrossi, sur son mandrin, est introduit d'une faible quantité entre les deux cylindres au moment où les gorges présentent leur ouverture maxima ; les deux cylindres continuant à tourner, la gorge se resserre de plus en plus, en produisant sur le dégrossi un mouvement de recul en même temps qu'une réduction de diamètre et d'épaisseur.

On profite du moment où les cylindres, continuant à tourner, permettent le dégagement du dégrossi pour le ramener et fournir à l'action réductrice du laminoir un nouvel aliment.

Cette alimentation des cylindres est accompagnée d'un mouvement de rotation du dégrossi, comme il a été décrit dans le procédé précédent elle pourrait être faite à la main, mais on est parvenu, par l'emploi de dispositifs utilisés dans le laminage des fers pleins, ce qui nous dispense d'en donner la description, à obtenir une alimentation automatique.

Le laminoir lui-même ne diffère pas de ceux couramment employés, sauf la forme particulière de la gorge. A l'avant des cylindres, se trouve une pièce qui, en même temps qu'elle guide le tube formé, limite l'avancement du dégrossi comme le montre la figure en plan.

Ce système permet une réduction très rapide, mais exige une puissance considérable et un matériel coûteux, ainsi qu'une expérience consommée de ce genre de travail.

CONCLUSIONS.

Nous venons d'examiner les principaux moyens d'obtenir un corps creux, ainsi que ceux qui sont utilisés pour l'allonger et le réduire à l'épaisseur des tubes courants. Ces opérations sont liées, dans la mesure du possible, pour éviter des réchauffages, et quand la température est encore suffisante, on passe de suite aux premières opérations d'allongement du dégrossi.

Un travail à chaud bien conduit ne détruit pas les qualités de l'acier mais il ne faut pas perdre de vue que chaque réchauffage correspond à une dépense sérieuse de main-d'œuvre et de combustible, ainsi qu'à une augmentation de déchet de matière.

Les usines qui partent de la transformation d'un lingot plein en tôle pour l'emboutir, ou en billette pour la percer, ne font pas toutes leur acier et la plupart achètent ou leurs tôles découpées en disques appropriés ou leurs billettes; mais, qu'elles les produisent ou les achètent, il faut nécessairement les préparer et partir alors d'un réchauffage.

Les usines qui partent d'un lingot creux ne peuvent pas éviter la vérification et le sectionnement du lingot, et doivent également partir d'un réchauffage des sections préparées et sélectionnées.

L'important, au point de vue du prix de revient, est alors de procéder assez rapidement pour que cette chauffe soit la seule, ou qu'elle soit suivie de réchauffages très peu nombreux.

A ce point de vue, parmi les usines qui partent du lingot plein, l'avantage paraît être à la méthode Mannesmann actuelle qui permet souvent de percer la billette et de l'allonger au laminoir à pas de pèlerin dès la même chaude ou, en tous cas, avec un seul réchauffage.

A Louvroil, en partant d'un lingot creux de 40 à 50 millimètres d'épaisseur on peut faire le dégrossi à 15 ou 20 millimètres et l'allonger ensuite de la même chaude en l'amenant aux épaisseurs normales des tubes-chaudières.

Les procédés par forgeage, emboutissage ou laminage successifs ne permettent pas cette rapidité quels que soient les progrès réalisés dans la vitesse des opérations, du moins à ce jour.

Nous rappelons, d'ailleurs, qu'il faut que le travail à chaud laisse très peu à faire à l'étirage à froid, qui ne devrait être nécessaire que pour calibrer le diamètre et l'épaisseur du tube quand il s'agit de tubes courants.

Nous aurions voulu terminer ce travail par une appréciation sur l'avenir qui est réservé aux tubes sans soudure et aux tubes soudés.

Si l'on considère seulement l'ensemble des opérations, il n'est pas douteux que les différences de prix de revient dans une usine puissamment outillée sont à peu près nulles ou très faibles entre les tubes sans soudure et les tubes soudés.

Mais la comparaison se complique de considérations commerciales ou de questions d'amortissements.

La plupart des fabriques de tubes soudés, quand elles se sont bornées à la fabrication des tubes, n'ont pas exigé d'importants capitaux et ils sont déjà amortis dans une usine déjà ancienne.

Une fabrication de tubes sans soudure, si on veut l'installer en vue de prix de revient réduits, exige des installations puissantes et d'importants capitaux, qu'il faut amortir vite dans l'état d'évolution constant de cette industrie.

Cela complique un peu la question des prix de revient.

Le moins que l'on puisse dire cependant pour ne poser que des conclusions très modérées, c'est qu'il serait en tous cas d'une grande imprudence industrielle d'engager désormais des capitaux dans la fabrication des tubes soudés. L'orientation n'est plus là.

LA RÉGULATION
DES TURBINES HYDRAULIQUES[1]

PAR

M. L. RIBOURT

Messieurs,

Je dois d'abord exprimer comme des excuses au Comité, pour le délai assez long qui s'est écoulé entre le moment où cette communication a été inscrite et le moment actuel; les installations hydrauliques mises à ma disposition ont nécessité de longues préparations, et, de plus, les chutes d'eau sont, pour la plupart, éloignées de Paris. J'ai tenu à n'apporter ici que des documents confirmés par une longue expérience et je pense même que cet ajournement profitera avantageusement à cette communication.

PREMIÈRE PARTIE

I. — Considérations générales.

Lorsqu'un outillage industriel est actionné par un moteur, la puissance qui le caractérise est essentiellement variable. Cette puissance est le produit de deux facteurs qui, suivant les cas, sont, par exemple : un effort multiplié par une vitesse; ou bien, s'il s'agit d'un mouvement fluide, un volume multiplié par une pression; ou bien encore, lorsqu'il s'agit de courant électrique, une intensité multipliée par une force électro-motrice.

De ces deux facteurs, le plus généralement un seul est essentiellement variable, tandis que l'autre reste à peu près constant, c'est ou la *vitesse* ou la *pression*, ou la *force électro-motrice*, suivant les cas.

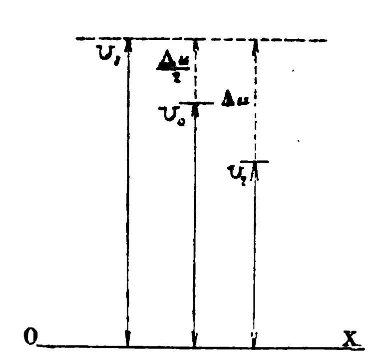
Au point de vue de la turbine, ce travail peut être égal, moyennant l'application d'un coefficient ρ, à un produit de deux

(1) Voir planches nos 75, 76 et 77.

autres facteurs, $\mathfrak{T}_u = \rho FU$, l'effort tangentiel F multiplié par la vitesse tangentielle U. On peut aussi prendre les deux facteurs équivalents de la chute d'eau qui est motrice dans ce cas, ceci se traduira donc par : $\mathfrak{T}_u = \rho PH$, le poids de l'eau écoulée par seconde, multiplié par la hauteur de la chute.

Mais il convient de rappeler la fonction particulière de la turbine qui est un transformateur d'énergie cinétique en modifiant ce deuxième terme pour arriver à l'expression : $\mathfrak{T}_u = \rho \frac{1}{2} mv^2$, qui montre bien quelle est la nature des phénomènes auxquels on s'adresse dans la marche de ce genre de machines : c'est une masse qui s'écoule avec une vitesse qui s'annule dans l'absorption de l'énergie par les aubages en mouvement de la machine.

Dans l'opération du réglage *automatique*, bien entendu, ce sera la vitesse qui devra rester à peu près constante, tandis que le débit de l'eau ou sa masse devra varier.



Disons tout de suite que, comme dans tous les problèmes industriels, on n'est jamais en présence que d'une approximation, et, pour permettre de la chiffrer, quant à l'élément qui devrait rester fixe, il convient de caractériser cette approximation dans les conditions suivantes : si la vitesse maxima est U_1 et la vitesse minima U_2, elles caractérisent les écarts extrêmes du régime, leur différence étant Δ_u ; ce qu'on appelle le *coefficient d'irrégularité* du système tournant, soit i ; $i = \frac{\Delta_u}{U_1 + U_2}$ et si U_0 est la moyenne $\frac{U_2 + U_1}{2}$, ce rapport devient $i = \frac{\Delta_u}{2U_0}$ c'est-à-dire, en somme, l'écart Δ_u sur deux fois la vitesse moyenne ; $i = 0$ quand la vitesse est rigoureusement uniforme. Le coefficient de stabilité du système s sera le rapport inverse, c'est-à-dire $\frac{1}{i} = \frac{2U_0}{\Delta_u}$, qui a pour limite l'infini, lorsque la vitesse est parfaitement uniforme, et $\Delta_u = 0$.

Ces quelques définitions étaient à rappeler, avant d'étudier le réglage automatique des systèmes de turbines hydrauliques.

II. — Turbines hydrauliques réglables.

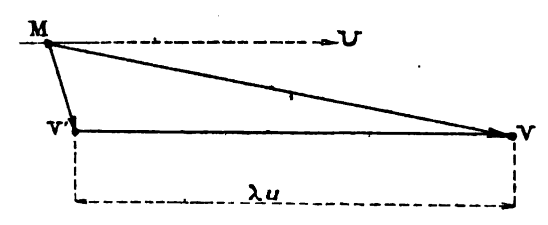
La turbine hydraulique est un moteur avec couple d'action continue, variable dans son intensité ; il est admis dans la plupart des cas que la vitesse doit y être maintenue à peu près constante. Avant d'étudier la manière dont on pourra obtenir ce résultat, il est intéressant de se rendre compte de l'influence que peuvent avoir les variations de la vitesse de rotation de cette machine sur son rendement propre. A ce point de vue, voici comment la chose peut être envisagée.

Le croquis n° 1 *(Pl. 75, fig. 3)* rappelle les conditions d'établissement élémentaires d'une turbine hydraulique hélicoïde, constituée par des aubages fixes, qui déterminent la direction de la masse d'eau sous la charge de l'écoulement ; puis par des aubages mobiles, qui sont les organes de transformation de l'énergie cinétique de l'eau qui s'écoule dans la couronne actionnée, reliée par des bras et un moyeu à l'arbre de rotation et de transmission. Sur le croquis sont portées les indications des compositions des vitesses à l'entrée et à la sortie, permettant de mesurer l'action dynamique de la machine. A l'entrée, en M, la direction de la vitesse absolue est MV, celle de la vitesse d'entrainement MU et celle de la vitesse relative MW ; lorsque l'eau a effectué son parcours sur l'aubage mobile, elle en sort suivant l'inclinaison de l'aubage, M'W' et cette vitesse se compose avec la vitesse d'entrainement M'U' pour donner la vitesse restante M'V' qui est de nature absolue. Il est évident que plus la vitesse restante est faible, plus l'utilisation dynamique de la machine a été grande.

Le diagramme n° 2 *(fig. 3)* est déduit de la première figure, c'est une sorte de calcul graphique permettant d'étudier dans quelles conditions varie le rendement d'une turbine, lorsque, le débit de l'eau étant constant, la vitesse de rotation se modifie.

Ce diagramme est constitué par superposition des deux parallélogrammes de composition des vitesses d'entrée et de sortie en un même point M ; il donne notamment la vitesse absolue d'entrée MA avec sa direction angulaire α ; la vitesse d'entrainement MB, la vitesse relative d'entrée MC avec sa direction angulaire β et la vitesse relative de sortie MG sous l'angle γ. On peut établir sur ce diagramme la vitesse absolue de sortie MH, notamment pour la condition normale de la vitesse restante minima qui est la bissectrice de l'angle BMG, peu différente de la direction MK

perpendiculaire à MB. En faisant varier sur ce diagramme les vitesses d'entraînement (de rotation) depuis 0 jusqu'à une certaine longueur ML, on peut construire la courbe des extrémités des vitesses restantes SHIA. Il faut faire intervenir ensuite l'élément dynamique, c'est-à-dire l'effort tangentiel qui se trouve caractérisé dans ce diagramme, en vertu d'un principe général de mécanique, sous la forme suivante : si l'on trace la direction de la vitesse absolue d'entrée de l'eau MV et en MV' la direction de la vitesse restante, la vitesse de rotation étant MU, l'action tangentielle se trouve caractérisée par la longueur λ_u de la droite



VV' projetée suivant une direction parallèle à la vitesse d'entraînement MU, et l'effort tangentiel est exprimé par $m . \lambda_u$ pour une masse d'eau m passant par la turbine.

C'est donc, sur le diagramme, une construction très simple, et comme le travail utile de la turbine est égal au produit FU, c'est-à-dire l'effort tangentiel multiplié par la vitesse d'entraînement, il devient : $mU\lambda_u$. On peut donc, sur une autre courbe M*db*L, ayant ML comme axe des abscisses (les vitesses U), grouper les longueurs λ_u et les vitesses U par leurs produits portés ici en ordonnées, de façon à donner une évaluation précise du travail accompli dans la turbine à différentes allures pour un débit constant.

Cette courbe est très théorique parce qu'elle suppose que l'aubage de la turbine s'est déformé à l'entrée en étant dirigé suivant la vitesse relative pour chaque valeur de U. Mais comme on doit raisonner en pratique sur une turbine déterminée avec une direction d'aubage fixée à l'entrée, il n'y a qu'une seule direction de vitesse relative à indiquer, MW, avec laquelle celles qui résultent des compositions de vitesses forment des angles plus ou moins ouverts, révélant un choc du filet liquide entrant sur les aubages, sauf pour la vitesse BA qui a déterminé le tracé matériel de la machine.

Pour une certaine vitesse de rotation ME, la vitesse relative EA est perpendiculaire à l'aubage; le choc absorbe alors com-

plètement les effets de la vitesse d'entrée, ce qui prouve que la turbine a pris la vitesse la plus grande qu'elle puisse recevoir. C'est ce qu'on appelle la vitesse *d'emballement*, par conséquent, la détermination du travail réellement disponible dans une turbine, sous un débit constant, sera établie par les ordonnées d'une deuxième courbe MD'B'E d'ordonnées plus réduites que la première ; par conséquent, on peut conclure qu'aux environs de la vitesse de rotation type : MB il y a un abaissement de rendement dynamique de part et d'autre. En particulier, plus la turbine va vite, moins elle rend de travail ; bien entendu, c'est ici le cas le plus simple.

Si l'on considérait une turbine dans laquelle le mouvement de l'eau est convergent, comme dans une turbine centripète, il serait facile de se rendre compte que la vitesse d'emballement est de beaucoup diminuée par rapport à celle de la turbine hélicoïde. Si le mouvement est divergent comme dans la turbine centrifuge, la vitesse d'emballement est de beaucoup exagérée, au contraire.

Ceci étant donné, on peut fixer par une sorte de diagramme double l'allure d'une turbine qui serait soumise à l'action motrice constante de l'eau, en présence d'un système tournant à résistance variable. Le mode de figuration adopté *(fig. 1)* 1er croquis présente cet avantage d'être assez simple à la lecture et de reproduire par la théorie les indications mêmes des appareils enregistreurs qui sont adaptés aux turbines. Sur un axe horizontal OX d'abscisses, on porte les temps, puis en dessus des ordonnées qui sont fonction de la vitesse d'un des points du système tournant, et, au-dessous, on porte les efforts moteurs (couples) et les efforts utiles appliqués à ce même point au système tournant.

Si, en un point M, l'effort moteur de la turbine dont l'outillage subit l'action qui est F_1, avec une vitesse de régime U, doit devenir F_2 pour correspondre à un changement de régime de puissance survenu en M, tant qu'il ne subit pas de modification, l'effort moteur se trouvant supérieur à l'effort résistant, le système tournant va prendre une accélération tangentielle caractérisée par la droite AB, telle que $j_0 = \frac{F_1 - F_2}{m}$, si la turbine était seule, et la vitesse s'accroîtrait, représentée par une courbe AU', mais pour tendre à une vitesse déterminée limite U'.

La turbine étant attelée à un outillage, les masses en jeu sont

évidemment plus grandes; l'accélération tangentielle sera moindre, elle sera déterminée par l'écart des efforts résistants dans le système divisé par la somme des masses en jeu :

$$j_2 = \frac{F_1 - F_2}{\Sigma m}.$$

C'est ce qui est représenté sur le diagramme, pour un régime industriel, où, F_1 représentant l'effort utile, la turbine étant en pleine fonction, la résistance se modifie par la suppression d'une partie des outils, la vitesse s'accroît et devient U_3. Puis si l'outillage est de nouveau remis en fonction, le système prend une accélération négative — j_2 et par ralentissement progressif revient à la vitesse normale U.

Ce diagramme est le point de départ de ceux employés pour cette étude de régulation et embrasse tout le problème; dans les questions qui suivent, pour préciser, les diagrammes doubles sont établis dans les conditions suivantes : le point d'application des efforts aussi bien moteurs que résistants, étant aussi considéré comme ayant la vitesse tangentielle U, est celui qui correspond au *rayon de giration* du système entier soumis à l'analyse, c'est-à-dire que, le rayon de giration d'une masse élémentaire composante étant :

$$C = \sqrt{\frac{i}{m}},$$

i étant le moment d'inertie polaire de la masse *m* par rapport à l'axe de rotation, le rayon de giration de l'ensemble C_T est :

$$C_T = \sqrt{\frac{\Sigma\left(mC^2\,\frac{\omega^2}{\Omega^2}\right)}{\Sigma m}},$$

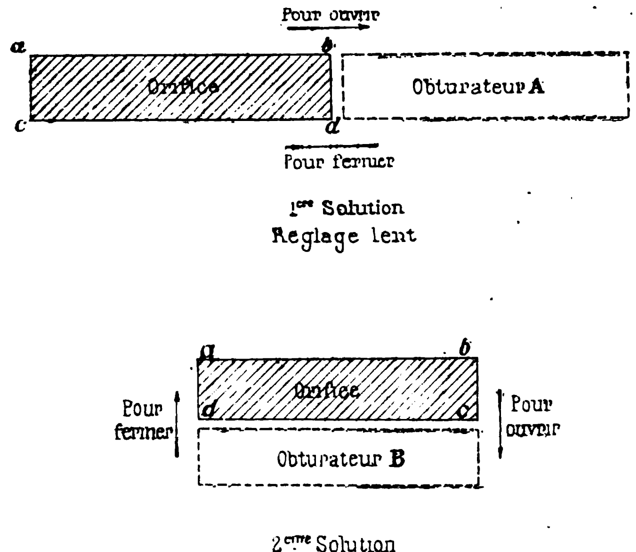
la vitesse angulaire ω étant celle de la masse telle que *m* composante qui tourne ± vite que le moteur dont la rotation est caractérisée par la vitesse Ω. Les rapports tels que $\frac{\omega}{\Omega}$ sont déterminés par les liaisons d'engrenages ou de courroies, dans l'installation considérée.

C'est à ce point caractéristique ou centre de giration ainsi défini qu'onpeut appliquer l'étude des conditions permettant de suivre l'action des régulateurs par la méthode indiquée ici.

III. — Moyens de réglage du débit des turbines hydrauliques.

Il convient de passer maintenant à l'examen, pour les turbines, des moyens par lesquels on fait varier leur puissance. C'est par le jeu d'obturateurs qui agissent à l'entrée des aubages fixes et qui modifient le facteur volume dans la puissance de la chute; le facteur pression, ou charge, restant le même; de cette manière, le rendement maximum de la turbine est maintenu, et sa vitesse de régime peut aussi en principe ne pas être modifiée.

Les exemples présentés rappellent les dispositifs classiques des turbines; ils se rattachent à deux types caractéristiques : si



1ère Solution
Reglage lent

2ème Solution
Réglage rapide

l'on considère la somme des orifices par lesquels on alimente une turbine, comme le rectangle *abcd*, les premières solutions consistent dans la manœuvre d'un obturateur A qui se déplace dans le sens de la longueur du rectangle ; c'est ce que j'appelle le réglage lent; tandis que, dans les autres, ce sont des obturateurs de même surface, mais qui, comme B, viennent se déplacer dans le sens de la largeur du rectangle : c'est le réglage rapide.

Pl. 76, fig. 1 et 2. — Turbine Fontaine. — Les aubages fixes comportent des parties mobiles, constituant des sortes de vannettes. Si l'on manœuvre toutes les vannettes en même temps, on obtient le réglage rapide, puisqu'on ouvre ou ferme d'un seul coup tous les orifices ; par contre, si on manœuvre les vannettes successivement, on agit sur chaque aubage individuellement, pour accroître ou diminuer le débit, et cela constitue le réglage lent.

Fig. 3 et 4. — Vannage à rouleau Fontaine, très employé, il consiste à recouvrir la couronne fixe de la turbine par un obturateur flexible, mais enroulé sur un tambour conique manœuvré par un système de bras rayonnants avec un moyeu. Le jeu de cet obturateur découvre les orifices successivement ou les recouvre, en produisant un réglage très lent.

Fig. 5. — Turbine centrifuge de Fourneyron (appareil classique). — Le vannage distributeur y est constitué par un fourreau annulaire qui vient se déplacer en restant parallèle à lui-même devant tous les orifices fixes à leur extrémité extérieure qu'il obture d'une manière simultanée ; c'est un réglage rapide.

Fig. 6 et 7. — Turbine centrifuge à haute charge, précédée d'une longue conduite ; le réglage y est obtenu au moyen d'un secteur rigide qui obture la portion de couronne fixe munie d'aubages directeurs, ou arc de distribution ; par un mouvement longitudinal du secteur rigide, on peut découvrir successivement les orifices ou les fermer par un réglage lent. Ce mode de réglage laisse ici chaque orifice ouvert débiter l'eau dans des conditions favorables au maintien du rendement maximum, sans modifier la vitesse du régime de la turbine.

Fig. 8. — Dispositif de réglage rapide appliqué aux unités de grande puissance ; le *système Bell,* formé par des aubages directeurs dont l'inclinaison est modifiée par leur rotation autour de rotules, de façon à changer la direction des filets liquides, en même temps qu'on en modifie la section de débit. Ici, on va au réglage le plus rapide possible, de façon à diminuer en même temps le débit et le rendement dynamique de l'eau sur la machine, chaque fois qu'il y a tendance à l'accroissement de la vitesse.

Fig. 9 et 10. — Turbine genre américain, centripète mixte, caractérisée par le réglage rapide. Les aubages distributeurs sont ici à l'extérieur, autour de la couronne mobile, le distributeur est intercalé entre les parties fixes et la partie mobile, c'est un man-

chon annulaire qui peut fermer ou ouvrir les orifices par son simple déplacement vertical, comme dans la turbine Fourneyron.

Fig. 11. — Turbines centripètes d'Escher Wyss pour grands débits à couronnes multiples. — Les ajutages fixes sont indiqués en *b*, les aubages mobiles en *a*. On profite de la disposition rayonnante et divergente du tracé de l'appareil distributeur pour établir des obturateurs partiels *c*, qui sont des diaphragmes extérieurs individuels, se présentant devant les orifices *b*, et qui par un simple déplacement angulaire de peu d'amplitude, les découvrent. C'est là un système extra-rapide, qui permet d'ouvrir et de fermer en plein des turbines de dimensions considérables, presque instantanément.

Dans la pratique de l'emploi des turbines, le système de réglage rapide par fermeture des obturateurs se complique, lorsqu'elles sont précédées d'une longue conduite ; il faut envisager l'effet dynamique résultant de la puissance vive de l'eau en marche dans cette conduite qui parfois peut être très longue. Lorsqu'on modifie le débit, en le diminuant, par exemple, il se produit un coup de bélier positif, qui accroît la pression ; si, au contraire, on rouvre les orifices pour accroître le débit, on produit un coup de bélier négatif, soit une dépression.

Ainsi, avec une longue conduite, on peut exagérer et modifier l'accélération tangentielle du système lié à la turbine, comparativement avec ce qui se passe quand il n'y a pas de longue conduite en amont de la machine. Par conséquent, lorsqu'on étudie une turbine précédée d'une longue conduite, il faut tenir compte de ces phénomènes, pour accroître ou diminuer l'accélération tangentielle.

IV. — Moyens de réglage automatique.

Le réglage automatique de la vitesse des turbines s'obtient en modifiant leur débit, par les vannages distributeurs actionnés automatiquement. Le procédé classique est un peu paradoxal puisque, au sujet de la vitesse, on procède en utilisant une variation de ce qu'on veut rendre constant. Ceci veut dire que, pour déterminer le réglage, on ne peut arriver à une précision absolue ; tout est dans le degré d'approximation que la pratique industrielle peut obtenir.

Les régulateurs automatiques des turbines sont, comme disent fort bien les Anglais et les Américains, GOUVERNÉS par un appareil sensible, influencé dans son état d'équilibre par la vitesse. Jusqu'ici, c'est le tachymètre ou le tachyscope centrifuge de Watt, ou ses congénères, qui est utilisé. Cet appareil est sensible; mais, près de sa vitesse de régime, il procède par efforts faibles, dans les déplacements qu'il reçoit des accroissements ou des diminutions de cette vitesse.

Les études théoriques sur ce qu'on appelle le régime troublé des systèmes tournants, turbines ou machines à vapeur, soumis à l'action des régulateurs centrifuges, ont été faites par des sommités scientifiques, MM. Léauté, Hirch, Rateau, Wischnegradski, Dwelshauvers, Déry, Strodola, Lecornu, Wors de Romilly, Rolland, Compère, Duveau et quantité d'autres, savants ou mécaniciens en renom.

J'aborderai ici cette étude dans des proportions plus restreintes et plus *terre à terre* en m'appliquant à faire ressortir d'une manière aussi simple que possible le côté pratique du problème, et en me limitant à ces moyens de représentation que j'ai indiqués précédemment, comparant les tracés obtenus par l'analyse théorique avec ceux relevés par des enregistreurs *cinémomètres linimètres* et adaptés aux installations industrielles en marche.

Il convient de rappeler quels sont les dispositifs pour ainsi dire classiques de liaison des vannages distributeurs des turbines avec les régulateurs centrifuges employés jusqu'ici.

Cet agencement comporte toujours l'interposition, entre le régulateur centrifuge et le vannage de la turbine, d'un « *relai* » puissant, puisqu'il s'agit d'efforts importants; quelquefois, en effet, ce sont des *tonnes* qu'il faut développer pour mouvoir le distributeur. Ces relais sont de plusieurs ordres : il y a des relais avec embrayage à courroies, d'autres à servo-moteur hydraulique, etc.; ce sont ces dispositifs qui vont être rappelés.

Fig. 12. — Dispositif le plus ancien, classique, d'embrayage par courroie, sous la dépendance d'un régulateur de Watt. — Le régulateur centrifuge *bM*, avec son manchon, vient commander, par un balancier *c*, une fourchette d'embrayage *d* déplaçant une courroie qui actionne successivement trois poulies *h*, *e*, *i*, celle du milieu étant folle; la poulie *h* est calée sur l'arbre du centre solidaire d'un pignon conique *l*; la poulie *i* est calée sur un arbre creux concentrique solidaire du pignon conique opposé *j*; une roue K

engrène avec *l* et *j*, d'où l'action de la courroie qui prend son mouvement continu sur la transmission du moteur, peut faire tourner le système capable de rotation K, dans un sens ou dans l'autre. Ce dernier est relié au treuil du vannage distributeur *o* qu'il actionne ainsi sous la dépendance du centrifuge, le laissant immobile seulement quand la courroie est sur la poulie folle *e*, en correspondance avec la position moyenne du manchon du régulateur pour la vitesse de régime.

Ce systeme, extrêmement simple, donne lieu, dans la pratique, aux phénomènes les plus compliqués, qui ont fait l'objet de la première étude de la question, par M. Léauté. Les perturbations sont les suivantes; quand on fait passer la courroie d'une poulie sur une autre, il faut outrepasser la position médiane de la deuxième poulie; d'où, en réalité, *six positions* caractéristiques de la courroie obtenues avec des retards, de sorte que jamais le système n'est stable dans l'application, le régulateur est constamment ou au-dessous ou au-dessus de sa position d'équilibre, et le vannage toujours en mouvement d'ouverture ou de fermeture autour de la position moyenne où il devrait se fixer.

Fig. 13. — Servo-moteur hydraulique appliqué à une turbine système Pelton. — Il s'agit, ici, de déplacer seulement de quelques millimètres le bec obturateur B d'un ajutage livrant passage à l'eau sous très haute pression. Ce bec est lié à un piston *p* soumis à l'action de l'eau en pression de la chute, mais passant par un tiroir distributeur S. Cet appareil comporte un perfectionnement qui est dénommé : *la correction du réglage.* Dès que le piston a agi sur l'obturateur par le mouvement donné au tiroir par le régulateur centrifuge R, il vient changer le point fixe de basculement de levier L et le ramène au point neutre, en laissant ainsi le bec B immobile dans la position acquise, si le régime de puissance s'est stabilisé; cela diminue les oscillations du système de réglage.

Fig. 14. — Dispositif d'Escher Wyss. — Il est plus parfait, pour éviter des oscillations produites par les déplacements mêmes du tiroir, quand il comporte des recouvrements. Cet appareil procède par un écoulement continu du liquide sous pression emprunté à la chute motrice, par un orifice dont la section est déterminée par l'ouverture d'un pointeau; celui-ci prend, sous l'action du centrifuge, une position telle que le liquide de la chute s'écoule au dehors en créant dans la capacité située au-

dessous du pointeau un régime de pression intermédiaire ; par conséquent, l'appareil reste immobile pour un régime de vitesse et de puissance donné. Dès que le régime est modifié, la position de ce pointeau change, l'écoulement du liquide est modifié ainsi que la pression dans la capacité intermédiaire, et le piston distributeur se déplace aussitôt en mettant à l'admission ou à l'évacuation le piston de relais proprement dit, lié à l'obturateur de la turbine qui reçoit ainsi plus ou moins d'eau motrice.

Ce système est plus précis que le précédent, mais comporte des inconvénients graves : c'est la dépense continue de l'eau de la chute qui s'écoule par des orifices très faibles ; comme il y a généralement du sable contenu dans l'eau des torrents, il se produit des obstructions des orifices qui entravent ou modifient les conditions d'écoulement, et de là, altération du régime. On y remédie par la filtration de l'eau destinée au distributeur, ou bien encore en employant au réglage, de l'huile sous pression qui revient constamment à une pompe spéciale de mise en charge ; mais ceci complique les installations en raison de la puissance notable nécessitée par cette installation accessoire.

Fig. 15, 16 et 17. — Système de relais cinématique appliqué fréquemment. — Le système vannage est commandé par un arbre O porteur d'un équipage double de cliquets, dont il reçoit l'action ; ces cliquets i_1 et i_2 sont à basculement, ils se déplacent constamment dans un mouvement oscillatoire, sous l'action d'une manivelle M devant les dentures des deux roues à rochets opposées G_1 et G_2. Ces deux cliquets qui doivent produire des mouvements opposés reposent sur deux masques E_1 et E_2 qui les retiennent à distance de leur roue, quand le centrifuge est à la vitesse de régime. Dès que le centrifuge se déséquilibre par un changement de vitesse, il abaisse un des deux masques, le cliquet intéressé s'embraie, actionne la roue à rochet correspondante et fait tourner par petits à-coups l'arbre O, pour accroître ou diminuer l'admission de l'eau, en modifiant la position du vannage distributeur de la turbine.

Fig. 18. — Système de relais avec servo-moteur hydraulique. — Ici, le centrifuge R a pour effet d'embrayer des manchons u' et u'' qui tournent constamment par l'action des cônes dentés JX'K", commandés par le moteur H. Le manchon U placé entre U' et U" est calé sur la vis M dont l'écrou est porté par l'extrémité du balancier SN.

Suivant qu'il y a accélération ou diminution de vitesse, le centrifuge déplace U en avant ou en arrière, l'embrayant avec U' ou U'' qui tournent en sens inverse; la vis tourne ainsi dans un sens ou dans l'autre, et fait avancer ou reculer l'écrou à l'extrémité d'un grand levier, vers M' ou M''; le levier est relié en S avec le tiroir T, qui effectue la distribution de l'huile (ou de l'eau) sous charge venant d'un réservoir accumulateur, sur une presse hydraulique P, qui actionne le système vannage par une crémaillère et un pignon V. Dès que le tiroir a agi pour déplacer le piston de la presse, celui-ci agit sur le levier N et ramène le tiroir au point neutre, avec une stabilité suffisante. Cependant. il faut remarquer que, dans cet appareil, le régulateur centrifuge doit déterminer l'embrayage des manchons dentés, ce qui correspond à un léger temps perdu et produit encore des oscillations, quoique minimes, pour le régime de vitesse.

Fig. 19, 20 et 21. — A titre exceptionnel, il convient de citer le réglage Michaux, qui est très intéressant, parce qu'il résout le problème directement, sans relais à servo-moteur. Il consiste en un centrifuge S monté sur un arbre vertical R actionné par la turbine, et commandant un manchon porteurs de cames qui sont comme deux arêtes dorsales TT' appliquées sur une douille à glissement vertical tournant avec la turbine. Ce manchon est placé dans un cadre LMU qui est relié par des bielles à un obturateur D placé devant des ajutages *b* terminant le conduit A d'arrivée de l'eau motrice.

Il s'agit par exemple d'une turbine marchant sous 1000 m de charge, à Vouvry, en Suisse; l'eau s'écoule à raison de *160 m par seconde;* il suffit d'un ajutage de quelques millimètres carrés de section pour développer un millier de chevaux. Pendant les 9/10e de chaque tour de l'arbre de rotation R, ces cames TT' sont libres et se placent en hauteur suivant les conditions d'équilibre du centrifuge et selon la vitesse du moment; mais dès qu'elles rencontrent le cadre, elles le déplacent horizontalement, entraînant l'obturateur D, qui s'ajuste ainsi dans une position correspondante à celle de la came dont le profil est réglé pour admettre plus ou moins d'eau, suivant les écarts de vitesse, autour de celle du régime normal.

C'est une application intéressante, mais qui a pour caractéristique de déterminer un déplacement très minime d'un distributeur de turbine, sous une très haute chute.

V. — Étude du régime troublé d'une turbine actionnant un outillage sous l'action de son régulateur automatique.

L'étude théorique s'établit sur le diagramme n° 2 (*Pl. 75, fig. 1*), qui se rapporte à un système de relais, sans correction de réglage, adapté à une turbine actionnant un outillage, avec un effort tangentiel F_1 et une vitesse qui au moment initial M_1 est celle du régime, soit U.

Au moment considéré, s'il se produit une diminution de résistance dans l'outillage, correspondant à un nouvel effort tangentiel F_2, c'est à ramener la turbine à ce nouvel effort que coopéreront les actions du régulateur.

Au premier moment, le système tournant prend une accélération déterminée par l'inertie tangentielle j_2 et la vitesse suit la courbe A_1U_3; mais à un moment donné, où la vitesse s'est accrue jusqu'à U_1 le régulateur entre en jeu, en E, le servo-moteur aussi; le réglage du vannage distributeur s'effectue à partir de *e* sur la ligne des efforts pour diminuer l'admission d'eau.

Si l'on peut supposer les actions du relais proportionnelles au temps, les actions motrices seront représentées par la droite *egh*. Pendant ce temps-là, le système régulateur n'a pas encore agi en sens inverse puisque la vitesse est encore supérieure à celle du régime et le distributeur continue à se fermer; la vitesse a passé par un maximum U_1' qui correspond au point *g* où s'est produit l'égalité entre le moteur et la résistance et où il n'y a plus d'accélération, par conséquent, la tangente à la courbe des vitesses est parallèle à l'axe des *x* en ce point. Au delà, la vitesse décroît; le régulateur cesse d'agir; en H, le vannage est immobile, l'effort moteur reste constant, et par conséquent, est caractérisé par une même ordonnée de *h* en *i*.

Mais comme le travail moteur est maintenant au-dessous du travail résistant, la vitesse diminue, repasse par U primitive et descend au-dessous de la vitesse de régime; c'est quand elle sera arrivée en I à un écart suffisant pour mettre le régulateur en action, que le système relais va agir, mais en sens inverse, pour rouvrir le distributeur; la vitesse passera par un minimum U_2' dont l'ordonnée concorde avec le point *j* d'égalité entre les efforts moteurs et résistants, puis s'accroîtra pour revenir à la vitesse U de régime et la dépasser de nouveau.

Ainsi s'établit le régime oscillatoire, et l'on peut constater les minima et les maxima de la courbe de vitesse correspondants au point de rencontre de la courbe des efforts avec la droite d'ordonnée F_2.

S'il y a *correction de réglage* dans le relais, le diagramme se modifie, comme la figure 2 *(Pl. 75)*, dans laquelle le système relais n'est jamais immobile; le vannage ne s'arrête jamais, puisque l'action du relais suit *pas à pas* l'action du centrifuge. Alors, on est en présence d'un régime ondulatoire à peu près pareil au premier, mais où la courbe des efforts ne présente pas de parties à ordonnées constantes; le vannage distributeur passe sans s'arrêter par des ouvertures maxima et minima A'B'C', aux moments où la courbe des vitesses rencontre l'ordonnée de vitesse de régime U; cette dernière est aussi ondulatoire, avec des écarts moindres que dans le premier cas, et présente les mêmes concordances des minima et des maxima avec les points de rencontre de la courbe des efforts et la droite d'ordonnée moyenne F_2. Les relevés du cinémomètre et du linimètre répètent fidèlement ce tracé théorique sur les installations soumises à l'observation.

On peut aussi remarquer que, dans ces relevés, l'accélération tangentielle n'est pas toujours la même; en effet, elle tend à diminuer au fur et à mesure que le rapport $\frac{F_1 \pm F_2}{F_2}$ tend à diminuer, c'est-à-dire, au fur et à mesure que, pour le même écart entre les efforts, la puissance utile développée par la turbine est plus grande.

C'est au moment où la turbine marche avec peu de résistance, que se produisent les oscillations maxima de vitesse, mais on arrive à des ondulations très faibles quand la turbine fonctionne avec son plein. Si l'on fait intervenir une action manuelle intelligente, pour stabiliser le système, on peut arriver à maintenir la vitesse absolument uniforme, parce qu'on a introduit momentanément une résistance dans le relais, qui vient fixer la vitesse au moment où elle passait exactement par celle de régime. Mais, si l'on vient à altérer la vitesse par une modification nouvelle de la charge, en laissant le régulateur agir automatiquement, le régime ondulatoire recommence de nouveau. Les tracés du diagramme montrent la réduction manifeste de l'oscillation de la vitesse, quand l'importance du travail développé par la turbine s'accroît, les accélérations tangentielles j_3, j_4 et j_5 devenant de plus en plus petites.

DEUXIÈME PARTIE

VI. — **Étude du régulateur à hydro-tachymètre, système Ribourt, substitué aux régulateurs centrifuges.**

Après avoir examiné quelles ont été les solutions de la question admises jusqu'ici, je me permets d'indiquer une solution pour ainsi dire nouvelle, qui est le résultat d'un travail personnel. Ayant été sollicité par des industriels constructeurs de turbines hydrauliques à chercher si on ne pouvait avoir mieux que le régulateur centrifuge de Watt, comme « *gouverneur* », j'ai pensé que par une fonction hydraulique, si facile à réaliser dans la pratique et avec une grande approximation, on pouvait arriver à quelque chose de préférable. Voici quel est le principe de ce système que j'ai appelé l'hydrotachymètre :

Pl. 76, fig. 24. — L'organe essentiel est un obturateur F n'occupant qu'une partie de l'ajutage cylindrique G dans lequel il est suspendu. Cet obturateur est relié par une tige I à un piston E, qui reçoit, au-dessus, l'action d'un ressort faible T de flexibilité bien proportionnelle aux efforts de compression.

Si l'on fait écouler par cet ajutage, de haut en bas, de l'eau ou de l'huile, le train mobile reçoit, entre le piston supérieur et le disque obturateur, une action de pression différentielle qui tend constamment à le soulever ; mais, contre cette tendance réagit le ressort, qui fléchit suivant l'importance de la pression. L'ajutage G est, en outre, muni de stries divergentes, dont les sections libres tendent à s'accroître, lorsque l'obturateur descend.

Pour chaque régime de débit du liquide par l'ajutage, il s'établit une position automatique de l'obturateur, correspondant aux différents éléments suivants : tension du ressort, section intéressée de l'ajutage, pression du liquide ; et les lois qui régissent les positions d'équilibre de cet obturateur sont les suivantes, faciles à établir par un diagramme comme celui de la figure 5 *(Pl. 75)*.

1° La courbe figurative des sections Ω disponibles entre les bords de l'ajutage et l'obturateur est de la forme $\Omega = a + bx^2$, c'est la parabole AA dont les ordonnées sont les sections, les abscisses étant sur l'axe horizontal *o* les positions différentes du

train obturateur, piston et ressort antagoniste; le régime pression est $P = c - x$ (droite OB), et la vitesse d'écoulement du liquide est de la forme $V = d\sqrt{P}$, soit $V = d\sqrt{c - x}$ (parabole OHD). Le volume liquide qui s'écoule par l'ajutage est constamment de la forme $Q = \Omega V$, soit

$$Q = (a + bx^2)\, d\sqrt{c - x}. \qquad \text{(Courbe OFED.)}$$

De là, et sans passer par les développements intermédiaires, la forme particulière qu'affecte la valeur du volume, en éliminant x

qui est : $$Q = d\Omega\sqrt{c - \sqrt{\frac{\Omega - a}{b}}}.$$

Si l'on compare ceci à ce qu'aurait été l'écoulement par un ajutage constant, le volume du liquide serait alors de la forme :

$$Q' = d\Omega'\sqrt{c - x}. \qquad \text{(Parabole GG.)}$$

On peut donc représenter ces combinaisons par les courbes dont les ordonnées représentent les fonctions ΩV aux différents points de l'ajutage, dans les deux cas, quand l'obturateur s'y déplace.

Ainsi les pressions déterminées par l'action du ressort sont représentées par la ligne droite OC, dont les ordonnées sont proportionnelles aux abscisses. Les vitesses d'écoulement sont la parabole OD; de sorte que le volume Q étant le produit des ordonnées de ces deux courbes, il est facile de voir que, dans une certaine région de la courbe de débit, de E en F, l'ordonnée est une constante, si le choix de la tension du ressort est approprié aux sections en jeu.

Si, analysant ces fonctions d'une manière qui intéresse plus spécialement la question du réglage, on reprend le volume Q en le comparant à la pression du liquide en chaque point, on peut transformer cette courbe 1° en la courbe 2°, en prenant comme abscisses les volumes, et comme ordonnées les pressions : on obtient ainsi une courbe JKLN présentant un point d'inflexion avec une tangente verticale prolongée en M, c'est-à-dire qu'avec des variations d'écoulement par l'ajutage presque nulles, on obtient des écarts de pression considérables. C'est là le point de départ qui fait de cet appareil un régulateur de vitesse extra-sensible.

En effet, au moyen d'une pompe volumétrique rotative très

minime, reliée au moteur à régler et qui débite de l'huile, comme un compteur par exemple, on peut se rendre compte que son écoulement représente, en fonction de sa rotation, le facteur *vitesse* porté comme abcisse dans la courbe transformée *n° 2* ci-dessus, l'huile qu'elle débite passant par l'ajutage hydro-tachymètre; ainsi, à chaque vitesse du système compteur va correspondre un régime pression dans l'hydro-tachymètre et une position d'équilibre correspondante du train de l'obturateur (*Pl. 76, fig. 25*). Le compteur volumétrique est en *z*, il aspire le liquide dans le réservoir R et le refoule en A, pour faire retour en franchissant l'ajutage G, en constituant un circuit continu. En A est un flotteur métallique B, comme un piston, dont le poids correspond à la pression intérieure qui sera donnée au liquide pour la vitesse de régime. (C'est une pression d'un demi-kilogramme à peu près, à laquelle se trouve ainsi soumise l'huile.) Ce flotteur B peut alors actionner un servo-moteur, ou relais hydraulique, utilisé pour mouvoir le vannage d'une turbine.

Ce système est complété par une correction de réglage, au moyen du petit tiroir N relié au flotteur B et au piston de relais P, par les crémaillères C et J et le pignon denté I. On obtient alors des actions très puissantes sur le tiroir N du servo-moteur puisque, le régime de pression étant 0,625 kg pour la pression de réglage, par exemple, il monte à 1,250 kg à la moindre augmentation de vitesse. Dans l'application, en effet, le manomètre, relié au circuit de l'hydrotachymètre, montre des écarts considérables pour de très minimes variations de la vitesse du compteur.

Fig. 22 et 23. — Dessin du régulateur tel qu'il est agencé pour commander le vannage distributeur des turbines à basses chutes, type américain, comportant une longue course et une masse importante à mouvoir.

Le piston flotteur immergé dans le circuit d'huile de l'hydrotachymètre, entraine le petit tiroir de distribution du piston de relai qui, lui-même, est alimenté par de l'huile à haute pression mise en charge par une petite pompe placée sur le système et dont l'arbre à manivelle tourne avec celui du compteur. L'asservissement du flotteur et du piston de relais comporte la correction de réglage par le rappel constant du tiroir distributeur au point neutre.

Les mouvements de faible amplitude sont ainsi assurés instantanément, pour ainsi dire, pour régler la vitesse du moteur.

En cas de rupture de charge importante qui détermine un écart exagéré de pression dans le circuit de l'hydro-tachymètre, une soupape spéciale s agit pour fermer rapidement le vannage.

La liaison du tiroir distributeur du relais avec le pignon d'asservissement comporte aussi un petit excentrique qui donne le moyen, par son décalage fait à la main, de provoquer la fermeture totale du vannage, malgré le ralentissement de la machine, quand on veut l'arrêter.

La mise en train s'effectue par un mouvement inverse de ce petit excentrique, qui met en fonctions le servo-moteur, sans qu'il soit besoin d'ouvrir à bras le vannage de la turbine; la machine se met en marche et se règle d'elle-même dès que la vitesse de régime a été atteinte.

VII. — Relevés faits sur des applications industrielles de l'hydro-tachymètre.

Ces relevés se rapportent à deux installations qui constituent comme les deux points extrêmes englobant, par leurs difficultés, toutes les autres solutions.

D'abord une machine à haute chute de faible puissance, 45 à 50 HP, où le régulateur, actionné par une courroie, agit sur un relais moteur du vannage, qui n'a que 45 mm de course; puis le deuxième régulateur qui est appliqué à la manœuvre du vannage d'une turbine à très basse chute, ayant 600 mm de course. Ce sont ces deux applications dont je me suis proposé de montrer les résultats obtenus par des graphiques relevés au moyen d'instruments de mesure : cinémomètre et linimètre.

1° Régulateur adapté à la turbine d'un groupe électrogène à courants triphasés pour éclairage (à Saint-Sulpice-Laurière).

Pl. 77, fig. 2. — Courbes obtenues pour la vitesse à la partie supérieure, et pour les mouvements du vannage, à la partie inférieure; on y retrouve le système d'oscillations périodiques. D'abord au départ, avec une admission faible, les oscillations de la vitesse se produisent; avec ± 3 0/0, l'oscillation du distributeur n'a qu'un 1/3 à un 1/2 mm d'amplitude au plus, avec un rythme de 20 secondes environ. Mais lorsqu'on augmente les

introductions de l'eau et la puissance, on arrive bientôt, même pour une puissance moitié de celle nominale de la turbine, à un moment où la vitesse ne varie que de 1 0/0; la tension de l'éclairage au secondaire de cette installation ne varie alors que d'un *demi-volt* sur 120 moyens.

Fig. 2 bis. — Ceci étant donné, au point de vue des diagrammes décomposés des fonctions du régulateur, le diagramme qui suit a été relevé sur une marche d'éclairage de toute une nuit, avec l'appareil. Les ordonnées inférieures représentent l'importance des lampes allumées dans l'installation; soit l'éclairage courant correspondant et l'éclairage des bureaux de la gare du chemin de fer; chaque fois qu'un train y passe, l'accroissement d'ordonnée indique l'accroissement de charge; quant à la vitesse, qui est portée au-dessus de l'axe de comparaison, les variations en sont très minimes; on peut apprécier ainsi les résultats matériels et pratiques obtenus dans ces conditions.

Le graphique figure 4 *(Pl. 75)* résume ces conditions par des courbes caractéristiques, fixant, pour les différents points d'ouverture du distributeur de la turbine, les puissances et les amplitudes d'oscillation du distributeur, de la vitesse et de la force électro-motrice.

2° Relevés faits sur l'installation d'une turbine à basse chute actionnant un groupe électrogène, à courants triphasés, pour transport de force dans une filature (à Romorantin).

Le diagramme *(fig. 1, Pl. 77)* se rattache à la deuxième machine; il s'agit d'un atelier de métiers à tisser. Sur vingt-cinq ou trente métiers, il se produit un battement continuel d'arrêts et de mises en train, très bien caractérisé par le relevé fait avec l'enregistreur. La marche de l'appareil est dans le sens gauche à droite, et en suivant les abcisses, qui sont des *minutes*, on voit le jeu constant du régulateur à hydrotachymètre actionnant le vannage qui pèse 600 kg et a 600 mm de course maximum. Les mouvements en sont portés, au-dessous de l'axe, en ordonnées; en *b* et en *i* sont des ruptures brusques correspondantes à l'arrêt d'un certain nombre de métiers. Puis on a fait une coupure du courant électrique sur presque tout l'atelier, ne laissant qu'un outil; on voit le régime troublé et les variations de la vitesse qui

en résultent. Mais, pendant cette marche de l'usine, les variations de la vitesse même sont peu importantes; la courbe en est relevée au-dessus de l'axe et les écarts maxima sont de 5 0/0 au moment des changements brusques de charge. En régime suivi ils ne sont que de 1,5 0/0, ce qui améliore considérablement la marche et la production des métiers à filer et en rend la conduite parfaitement indépendante les uns des autres.

Le diagramme (*Pl.* 77, *fig.* 1 bis) donne, pour toute une journée de marche, les résultats obtenus dans la même installation depuis 7 heures du matin, avec l'arrêt à midi, et la remise en marche jusqu'à 6 heures du soir. On peut constater que, malgré des mouvements incessants du vannage sous l'action automatique du régulateur, la vitesse de rotation de la turbine se maintient avec des écarts très faibles, sans anomalies.

Les dispositions définitives de ce régulateur qui sont figurées sur les dessins présentés ci-dessus sont le fruit d'une étude prolongée, poursuivie depuis 1898, époque où l'idée première de l'hydro-tachymètre a été posée; cette étude a profité d'ailleurs largement du concours des constructeurs : MM. Teisset, Ve Brault et Chapron; il y a lieu de penser que cet appareil constitue un progrès réel dans le problème du réglage automatique des turbines hydrauliques, et que pour cette application il peut rendre des services aux industriels qui ont plus particulièrement l'obligation de maintenir uniforme l'allure de leur outillage.

PROPRIÉTÉS, CLASSIFICATION ET UTILISATION

DES

ACIERS SPÉCIAUX TERNAIRES (1)

PAR

M. L. GUILLET

AVANT-PROPOS

Nous appellerons aciers ternaires, les alliages formés de fer, carbone et un troisième métal ajouté intentionnellement, et dans lesquels les autres produits ne dépassent pas les proportions ordinaires.

Ce constituant est divisé en douze chapitres :

Chaque chapitre contient trois paragraphes bien distincts :

1° Fabrication;
2° Propriétés et constitution;
3° Utilisation.

Le paragraphe le plus important, dans chaque chapitre, est certainement le second, dans lequel nous avons résumé toutes les recherches que nous avons faites sur ce sujet depuis deux

(1) Voir planche 78.

ans. Disons tout de suite que pour bien détacher le rôle si important du carbone, nos études ont toujours porté sur deux séries d'aciers: l'une, très peu carburée, renfermant environ 0,200 0/0 de carbone; l'autre, très voisine de l'acier eutectique, et renfermant environ 0,800 0/0 de carbone.

Les propriétés seront étudiées à deux points de vue : micrographie et essais mécaniques. Il ne sera question ici que d'aciers bruts de forge ou normaux, c'est-à-dire qui aient été portés à la température de 900 degrés et refroidis lentement. Nous nous réservons de parler ultérieurement de l'influence du traitement sur les aciers ternaires. Nous nous efforcerons, avant tout, de faire bien ressortir la corrélation qui existe entre la microstructure et les propriétés mécaniques.

Enfin nous ajouterons que nous avons étudié les propriétés mécaniques par trois méthodes :

1° Essai à la traction sur machine munie d'enregistreur;

2° Essai au choc par la méthode de M. Fremont;

3° Essai à la dureté par la méthode de la bille de Brinnell.

Nous ajouterons que, d'une façon générale pour la détermination de la limite élastique, nous avons fait la lecture sur le diagramme : mais lorsque ce diagramme n'était pas net, nous avons utilisé la méthode de M. Fremont, qui consiste, comme l'on sait, à faire l'essai sur éprouvettes tronconiques polies.

Les valeurs de la striction ont été calculées d'après la formule :

$$\Sigma = \frac{S - s}{S} \times 100,$$

S étant la section avant l'essai, s la plus petite section après rupture.

Les essais à la traction ont été faits sur des éprouvettes types de la commission des méthodes d'essais; toutefois dans le début de nos recherches, nous avons pris des éprouvettes ayant 200 mm entre coups de pointeau. C'est ce qui a eu lieu pour les aciers au nickel, au manganèse, au chrome et au tungstène. Dans les autres essais, nous avons pris 100 mm. Le diamètre était de 13,6 mm. Les résultats de ces différents essais sont donnés dans des séries de diagrammes.

Avant de commencer ce mémoire, nous tenons à déclarer que nous n'avons pas résumé les différentes études antérieures aux nôtres, craignant que cette communication ne se transformât

ainsi en volume. Loin de nous la pensée d'avoir voulu diminuer, en quoi que ce soit, la valeur de ces travaux; ils ont constitué pour nous un point d'appui extrêmement sérieux et nous tenons à remercier spécialement M. Hadfield, qui non seulement nous a envoyé les nombreux et savants mémoires qu'il a publiés sur ces questions, mais qui a bien voulu encore nous aider par une correspondance extrêmement suivie.

Qu'il nous soit permis aussi d'adresser le témoignage de notre respectueuse et profonde reconnaissance à M. Henry Le Châtelier qui, il y a cinq ans, a guidé nos premiers pas dans la micrographie et qui, au cours de ces longues recherches, n'a cessé de nous prodiguer ses précieux conseils, et à M. Osmond qui, à maintes reprises, a bien voulu examiner les résultats obtenus.

Enfin je dois adresser tous mes remerciements à la société de Commentry-Fourchambault, qui a préparé la plupart des aciers que j'ai utilisés à ses usines d'Imphy; son important concours m'a été des plus précieux.

Bien que nous ayons déjà donné dans notre communication du 3 juillet 1903 les principales caractéristiques des aciers au nickel, au manganèse et au chrome, il nous a paru nécessaire de les rappeler ici, de façon que ce travail forme une étude bien complète des aciers spéciaux ternaires.

Chapitre premier. — ACIERS AU NICKEL.

1° Fabrication.

La fabrication des aciers au nickel se fait soit au four Martin, soit au four à creuset. La matière première est le nickel métallique ou des déchets d'acier au nickel.

Cette fabrication comporte quelques difficultés; il est vrai que le nickel ne se perd pas; mais l'appréciation de la teneur en carbone au moyen d'éprouvettes prélevées suivant les méthodes ordinaires est extrêmement délicate et demande une véritable éducation, et cela pour chaque teneur en nickel.

On prépare des aciers à toute teneur en nickel depuis 0,5 et 1 0/0 en nickel jusqu'à 36 (acier invar d'Imphy) et 48 à 50 0/0 (acier platinite d'Imphy). Certaines usines font même des produits renfermant 90 à 92 0/0 de nickel.

2° Propriétés.

Aciers bruts de forge.

Micrographie. — Si l'on examine des aciers au nickel bruts de forge en les attaquant, par exemple, à l'acide picrique, on voit que les aciers à plus faible teneur en nickel sont perlitiques; lorsqu'on augmente la teneur en nickel, on voit apparaître de la martensite qui offre des caractères un peu différents suivant que l'acier contient plus ou moins de carbone. Enfin pour un pourcentage de nickel assez élevé, on obtient des polyèdres qui montrent souvent des plans de clivage extrêmement nets.

En résumé, nous trouvons par micrographie trois grandes catégories :

1° Les aciers perlitiques;
2° — martensitiques;
3° — polyédriques ou à fer γ.

Quelques remarques générales s'imposent; nous n'aurons pas à les répéter plus loin dans des cas analogues.

Il est bien évident que les aciers de la première catégorie ont même constitution que les aciers au carbone ordinaire, c'est-à-dire qu'ils sont formés de ferrite et de perlite lorsqu'ils renferment moins de 0,900 0/0 de carbone (aciers hypoeutectiques) et de perlite et de cémentite lorsqu'ils contiennent plus de 0,900 0/0 de carbone (aciers hypereutectiques). Les aciers martensitiques doivent être subdivisés en trois classes :

1° Les aciers formés de ferrite et de martensite. Ce sont ceux qui, dans cette catégorie, contiennent le moins de nickel;

2° Les aciers formés de martensite pure;

3° Les aciers formés de martensite et de fer γ; ce sont ceux qui, dans cette catégorie, renferment le plus de nickel.

En un mot, nous ne passons pas brusquement de la perlite à la martensite, ni de la martensite au fer γ; il existe des zones de transition.

Enfin les polyèdres doivent être identifiés au fer γ de M. Osmond; ceci a été établi dans un long travail de ce savant publié dans les *Annales des Mines;* d'ailleurs, les premiers aciers de cette série sont non magnétiques. Le pourcentage de nickel nécessaire pour qu'il y ait transformation dépend de la dose de car-

bone contenue dans l'acier ; il faut d'autant moins de nickel que l'acier renferme plus de carbone.

Les transformations dépendent donc de la somme : C + Ni. Le tableau suivant résume la micrographie des aciers bruts de forge.

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 CARBONE	ACIERS A 0,800 CARBONE
1re.	Perlite	De 0 à 10 0/0 Ni	De 0 à 5 0/0 Ni
2e.	Martensite	De 10 à 27 0/0 Ni	De 5 à 15 0/0 Ni
3e.	Fer γ	Teneur en nickel > 27 0/0	Teneur en Ni > 15 0/0

Propriétés mécaniques. — Les propriétés mécaniques des deux séries d'aciers au nickel que nous avons étudiées ont été résumées dans les diagrammes publiés dans le *Bulletin* de juillet 1903.

On sait que l'on retrouve très nettement les divisions données plus haut et les propriétés de chaque classe peuvent être résumées comme suit :

Première classe : Aciers perlitiques. — Ces aciers ont une charge de rupture d'autant supérieure à celle d'un acier ordinaire à même teneur en carbone, que leur teneur en nickel est plus élevée. Mais la différence ne dépasse guère 10 kg au maximum.

Il en est de même de la limite élastique. Les allongements et les strictions ne présentent pas grandes variations.

La résistance au choc est très élevée ; ces aciers nous ont toujours donné de 28 à 36 kgm.

Enfin la dureté semble croître, mais très légèrement, avec la dose de nickel.

Deuxième classe : aciers martensitiques. — Ces aciers sont caractérisés par :

1° Leur haute charge de rupture (elle peut atteindre 130 à 150 kg par mm²) ;

2° Leur limite élastique élevée (80 à 100 kg par mm²) ;

3° Leurs faibles allongements et striction ;

4° Leur résistance moyenne au choc ;

5° Leur très grande dureté.

Notre attention a été particulièrement attirée sur la résistance moyenne au choc de ces aciers. En effet, certains de ces aciers donnent de 5 à 7 kgm. Il est de plus à remarquer que ce ne sont

pas les aciers les plus riches en carbone qui donnent la plus haute résistance à la rupture. C'est ainsi qu'un acier renfermant 0,250 C et 12 0/0 Ni nous a donné R = 150 kg, tandis qu'un acier renfermant 0,800 C et 10 0/0 Ni a donné R = 105 kg.

Troisième classe: aciers polyédriques. — Ces aciers sont caractérisés, comme l'a démontré la remarquable étude de M. Dumas, par:

1° Une charge de rupture et une limite élastique moyennes;

2° De très grands allongements et de très belles strictions;

3° Une résistance au choc remarquable, qui dépasse même parfois 40 kgm;

4° Une dureté peu élevée.

Il est à remarquer que ces propriétés sont sensiblement constantes et cela quelle que soit la teneur en carbone et la teneur en nickel.

3° Diagramme des aciers au nickel.

Nous rappelons seulement le diagramme des aciers au nickel que nous avons décrit et dont nous avons montré tout l'intérêt dans notre communication du 3 juillet 1903.

4° Utilisation des aciers au nickel.

Il nous faut envisager l'utilisation des aciers au nickel en suivant la classification à laquelle nous avons été conduits par la micrographie et par les propriétés mécaniques. Les aciers perlitiques doivent remplacer les aciers au carbone: ils sont plus homogènes; ils offrent une grande résistance au choc. Notamment l'acier à 0,120 0/0 de carbone et 2 0/0 de nickel est l'acier le plus à préconiser pour la cémentation; ainsi que nous l'avons montré (communication du 5 février 1904), il est beaucoup plus aisé à traiter que les aciers au carbone ordinaires; il offre beaucoup de résistance au recuit, c'est-à-dire que l'âme de la pièce devient moins aisément fragile.

Les aciers martensitiques n'offrent pas grandes applications. En effet, ils sont un peu fragiles et très difficiles à travailler; de plus ils sont déjà d'un prix plutôt élevé.

Les aciers à fer γ ont déjà reçu de très importantes applications. Ils ont, en effet, après écrouissage, une forte dureté et

une haute limite élastique; ils peuvent donc être employésdans ces conditions pour la confection des ressorts.

De plus, ils sont extrêmement résistants au choc, ils offrent, quand leur teneur en nickel est assez élevée, une inoxydabilité presque complète. Certains ont des propriétés remarquables, tel l'Invar (36 0/0) qui n'éprouve pas de dilatation, du moins pratiquement; tel le Platinite (48 à 50 0/0) qui a même coefficient de dilatation que le verre. Ces applications découlent des beaux travaux de M. Guillaume.

Tous les aciers à fer γ seraient appelés au plus brillant avenir en construction, si le prix de revient n'était pas si élevé. Toutefois, il ne faut pas oublier que leur limite élastique est extrêmement basse; ceci a conduit déjà à certains mécomptes.

Nous tenons enfin à attirer l'attention sur deux classes très intéressantes d'aciers au nickel, ce sont celles qui forment les termes de passage et qui comprennent, d'une part, les aciers à perlite et à martensite; d'autre part, les aciers à martensite et à fer γ. Ces aciers participent, en effet, des propriétés mécaniques des uns et des autres, et ils sont extrêmement intéressants; mais dans la pratique, ils sont assez délicats à fabriquer; une faible variation de la teneur en carbone pouvant faire varier complètement le résultat final en changeant l'acier de classe.

Chapitre II. — ACIERS AU MANGANÈSE

1° Fabrication.

Les aciers au manganèse sont bien moins répandus que les aciers au nickel. On peut même dire que l'acier obtenu en 1888 par M. Hadfield, lequel contient environ 12 0/0 de manganèse et 1,4 0/0 de carbone, et un acier à 5 0/0 de manganèse et 0,800 de carbone sont seuls préparés industriellement (1). Le premier est utilisé surtout pour des moulages, le second pour des mâchoires de broyeurs.

La fabrication se fait au four à creusets pour les hautes teneurs, au four Martin pour l'acier à 5 0/0 de manganèse. D'ailleurs, elle offre de grandes difficultés: elle doit se faire dans des

(1) Les aciers mangano-siliceux, déjà fort usités en construction mécanique, doivent être regardés comme des aciers quaternaires. Il en est de même, bien entendu, des aciers chrome-nickel.



fours ou dans des creusets recouverts de magnésie. La matière première peut être soit un ferro-manganèse, soit un manganèse métallique.

Les ferro-manganèses sont préparés au haut fourneau; on sait les grosses difficultés que l'on a rencontrées dans cette fabrication et qui n'ont disparu que le jour où les usines de Terre-Noire ont eu l'idée d'utiliser dans ces hauts fourneaux un creuset en charbon. Les ferro-manganèses industriels contiennent jusqu'à 80 0/0 de manganèse; lorsque leur teneur est plus élevée, ils tombent en poussière. Ils renferment au moins 7 0/0 de carbone. Les spiegels renferment, comme l'on sait de 8 à 20 0/0 de manganèse et 5 0/0 de carbone environ. On ne prépare pas dans l'industrie des alliages contenant 20 à 70 0/0 de manganèse.

Le manganèse métallique est préparé au four électrique ou par aluminothermie. Qu'on nous permette d'insister tout spécialement sur le produit obtenu par cette dernière voie, qui est d'une pureté remarquable, ainsi que le prouve la moyenne d'analyse suivante :

Fer	1,29
Manganèse . .	90,30
Aluminium. .	0,37
Silicium . . .	8,73
	100,69

On voit notamment que la quantité d'aluminium restant est extrêmement faible.

Et, malgré cela, ce manganèse métallique ne coûte que 3 f le kg; c'est du moins le prix qui nous a été offert par une société française qui prépare ce produit par la méthode du docteur Hans Goldschmitt; mais il faut, toutefois, noter que le ferro-manganèse à 80 0/0 de manganèse vaut aux environs de 300 f la tonne seulement. On ne peut songer à l'emploi du manganèse métallique que là où le carbone est gênant.

2° Propriétés.

Aciers bruts de forge.

Micrographie. — On retrouve dans les aciers au manganèse les mêmes transformations que dans les aciers au nickel; mais

il faut beaucoup moins de manganèse pour les produire, comme le démontre le tableau suivant qui résume ces recherches :

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 CARBONE	ACIERS A 0,800 CARBONE
1re.	Perlite	De 0 à 5 0/0 Mn	De 0 à 3 0/0 Mn
2e.	Martensite et troostite	De 5 à 12 0/0 Mn	De 3 à 7 0/0 Mn
3e.	Fer γ	Teneur en Mn > 12 0/0	Teneur en Mn > 7 0/0

Mais il y a un point particulièrement intéressant, qui est le suivant :

Alors que dans les aciers au nickel, on obtient de la martensite pure pour tous les aciers de la deuxième classe, ceci n'a lieu pour les aciers au manganèse que pour ceux qui renferment le moins de carbone.

Dès qu'un acier renferme 0,500 0/0 de carbone, on voit apparaître dans les aciers de la deuxième classe de la troostite, qui est tout d'abord mélangée de martensite; parfois elle est même pure. Pour un pourcentage en carbone supérieur à 0,850 0/0, on obtient de la troostite et de la perlite. Ceci est, en somme la vérification absolue des remarquables travaux de M. Osmond sur la trempe.

Essais mécaniques. — Ces essais sont résumés dans les courbes de notre mémoire (juillet 1903). Parmi les aciers à environ 0,200 0/0 de carbone, ceux de la première classe (de 1 à 5 0/0 de manganèse) présentent une charge de rupture et une limite élastique qui croissent lentement avec la dose de manganèse, tandis que la striction et les allongements diminuent peu. De plus, ces aciers présentent une très grande résistance au choc. Ceci est extrêmement important : nous avons cassé plus de cent éprouvettes au mouton Fremont, elles ont toutes donné de 28 à 40 kgm.

Ces résultats sont en contradiction avec l'opinion répandue dans le monde métallurgique et soutenue plus particulièrement par M. Hadfield.

Le manganèse n'apporte donc pas avec lui la fragilité. Mais lorsqu'il est en quantité suffisante, ou mieux, lorsque la somme carbone + manganèse est assez élevée pour amener la production de la martensite, on obtient des aciers qui n'offrent aucune ré-

sistance au choc et qui se brisent souvent par une simple chute d'un mètre sur des pavés.

Lorsque la structure est perlitique, l'acier, loin d'être fragile, présente une résistance au choc que l'on ne rencontre qu'exceptionnellement dans les aciers au carbone. De plus, ils offrent une très grande homogénéité et une faible dureté.

Les aciers de la seconde classe, c'est-à-dire ceux qui sont martensitiques ou à troostite, ont des charges de rupture et des limites élastiques très élevées, des allongements et des strictions très faibles. Ils sont extrêmement fragiles et durs.

Les aciers de la 3e classe qui ont été définis en 1888 par les belles recherches de M. Hadfield, sont caractérisés par des propriétés qui les rapprochent énormément des aciers à haute teneur en nickel. Ils ont de très grands allongements; des limites élastiques plutôt faibles; dans ces aciers, les allongements se produisent sur toute la longueur de l'éprouvette dans l'essai à la traction.

Les aciers de la deuxième série, c'est-à-dire ceux à environ 0,800 0/0 de carbone, montrent moins nettement la division qui existe entre la première et la deuxième classe.

Ceci se comprend aisément, les aciers de la deuxième classe étant principalement formés de troostite ne présentent pas des charges de rupture et des limites élastiques particulièrement élevées. Les aciers de la première et de la deuxième classe sont fragiles; les aciers de la troisième sont, au contraire, résistants au choc.

Enfin les aciers de cette série renfermant jusqu'à 7 0/0 de manganèse sont d'une dureté élevée; ceux renfermant plus de 7 0/0 de ce métal donnent un chiffre de Brinnell plutôt faible.

3° Diagramme des aciers au manganèse.

Ce diagramme, déjà publié dans notre communication sur la cémentation (février 1904), résume la classification et les propriétés des aciers au manganèse. Il montre de la façon la plus nette que le manganèse et le nickel agissent de la même façon mais avec des intensités différentes.

4° Utilisation des aciers au manganèse.

Comme nous le disions au commencement de ce chapitre, la seule application actuelle des aciers au manganèse se trouve dans les moulages obtenus avec l'acier de M. Hadfield et dans la fabrication des mâchoires de broyeurs avec l'acier à 5 0/0 Mn. Le premier de ces aciers est à fer γ, le second est martensitique.

Est-ce là la seule application possible des aciers au manganèse? Nous ne le pensons pas. Ils peuvent, jusqu'à un certain point, se substituer aux aciers au nickel, et cela d'autant plus facilement qu'à qualités mécaniques égales, ils coûtent beaucoup moins cher. Il faut, en effet, beaucoup moins de manganèse que de nickel pour produire le même effet, environ 2,2 fois moins. De plus, nous l'avons dit et nous avons même insisté sur ce point, le manganèse métallique ne coûte que 3 f le kilogramme ; tandis que le nickel coûte environ 4 f. Il est vrai que les pertes en manganèse pendant la fabrication sont importantes.

Enfin il ne semble pas, *a priori*, qu'il existe quelques difficultés à faire de la fabrication en grandes masses d'aciers au manganèse, à condition de prendre des précautions. Les aciers perlitiques peuvent être employés en lieux et places des aciers de cette même catégorie au nickel ; s'ils ne sont pas plus employés, cela est dû, nous le répétons, à l'idée fausse de la fragilité amenée par le manganèse et aussi à ce que, jusqu'à ces derniers temps, il ne fallait pas songer à préparer des aciers au manganèse à basse teneur en carbone, tandis que, maintenant, grâce au four électrique et à l'aluminothermie, et ce problème est entièrement et économiquement résolu.

Cependant il est un point que nous tenons à signaler : c'est que les aciers au manganèse deviennent plus rapidement fragiles par recuit que les aciers au nickel et même que les aciers au carbone. De ce fait, il ne faudrait pas songer à employer les aciers au manganèse comme aciers de cémentation.

De plus les aciers au manganèse de la seconde classe présentent, lorsqu'ils sont assez riches en carbone, de la troostite. Ce composé possédant une dureté minéralogique bien inférieure à la martensite riche en carbone, les aciers au manganèse perlitiques ne sauraient être utilisés pour obtenir des pièces à périphérie très dure par simple cémentation non suivie de trempe. Quant aux aciers de la deuxième classe (martensite et troostite), ils ne peu-

vent être utilisés dans la construction. Ils sont extrêmement fragiles.

Enfin nous ne voyons pas pourquoi les aciers au manganèse à fer γ ne se substitueraient pas aux aciers de la même classe au nickel. Ils sont peut-être un peu plus difficiles à travailler ; mais la différence de prix compense bien ce léger inconvénient.

En résumé, on peut déclarer que les aciers au manganèse n'ont pas été encore assez étudiés au point de vue industriel.

Chapitre III. — ACIERS AU CHROME

1° Fabrication.

Les aciers au chrome pourraient s'obtenir au four Martin ; mais généralement ils sont préparés au creuset. La matière première est ordinairement du ferro-chrome. Le chrome métallique est peu utilisé, car la dose de chrome est généralement faible et par là même la teneur en carbone n'intervient pas.

Les ferro-chromes sont préparés soit au haut fourneau, ou mieux dans les cubilots spéciaux, soit au four électrique. Ceux obtenus au haut fourneau renferment de 8 à 9 0/0 de carbone et de 50 à 60 0/0 de chrome.

Avec le four électrique on peut abaisser la teneur en carbone. On fabrique généralement les alliages suivants :

1° C = 0,700 0/0 — Cr = 60 à 63 0/0

2° C = 1,60 à 1,70 0/0 — Cr = 68 à 70 0/0

2° Propriétés.

Aciers bruts de forge.

Micrographie. — Dans l'étude des aciers renfermant environ 0,200 0/0 de carbone on trouve tout d'abord des aciers perlitiques qui contiennent de 0 à 7 0/0 de chrome ; dans ces aciers il y a un fait particulièrement intéressant à noter et qui a été mis tout spécialement en vue par M. Osmond, c'est que les grains de ferrite deviennent de plus en plus petits au fur et à mesure que le pourcentage de chrome augmente.

A partir de 7 0/0 de chrome les aciers sont martensitiques ; cette martensite apparait sous l'action de l'acide picrique ; il en est ainsi jusqu'à 14,5 0/0 de chrome.

A ce pourcentage, l'acide picrique ne fait plus apparaître que des polyèdres assez mal définis, entourés de points blancs extrêmement brillants. Si on fait une attaque à l'acide chlorhydrique ou au bisulfate de potassium, on voit apparaître dans l'intérieur des polyèdres de la martensite extrêmement fine. Ce point a son importance ; il prouve, en effet que la martensite, qui contient une quantité assez élevée de chrome en solution, est de nature spéciale. Au delà de ce pourcentage, on rencontre toujours des polyèdres qui sont toujours entourés de grains blancs brillants, mais dans lesquels il est impossible de faire apparaître de la martensite. Petit à petit ces grains blancs envahissent la préparation et on obtient une image qui est comparable à celle d'un beau ciel étoilé, comme l'a dit M. Osmond.

Si l'on examine les aciers renfermant environ 0,800 0/0 de carbone, on trouve tout d'abord des aciers perlitiques jusqu'à 3 0/0 de chrome.

De 3 à 9 0/0 de chrome, les aciers présentent une troostite très compacte, semblable à celle que l'on rencontre dans les aciers au manganèse. L'acier à 9 0/0 de chrome attaqué à l'acide picrique, nous a donné des polyèdres bordés de petits rognons noirs; ce même acier, attaqué à l'acide chlorhydrique ou au bisulfate de potassium nous a donné de la martensite dans l'intérieur des polyèdres.

A 14,5 0/0, on obtient toujours de la martensite dans les polyèdres; mais elle est très clairsemée. On aperçoit des grains blancs brillants.

A 18,6 0/0, on ne voit plus du tout de martensite, les grains blancs sont plus nombreux, et cela continue tant que le pourcentage de chrome augmente.

Qu'est-ce donc que ces grains blancs que l'on trouve dans une classe déterminée d'aciers au chrome ?

Par cémentation, on peut faire naître ce constituant spécial dans un acier perlitique ou martensitique. C'est donc un carbure.

Au point de vue micrographique, ce constituant présente différents caractères qui le rapprochent de la cémentite : c'est ainsi qu'il est coloré en noir par le picrate de soude en solution sodique.

En résumé, la micrographie nous conduit, pour les aciers au chrome, aux subdivisions suivantes :

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 C.	ACIERS A 0,800 C.
1re	Perlite.	De 0 à 7 0/0 Cr.	De 0 à 3 0/0 Cr.
2e	Martensite ou troostite.	De 7 à 15 0/0 Cr.	De 3 à 10 0/0 Cr.
3e	Constituant spécial et Martensite.	De 15 à 20 0/0 Cr.	De 10 à 18 0/0 Cr.
4e	Constituant spécial.	Teneur en Cr. > 20 0/0	Teneur en Cr. > 18 0/0

Nous avons insisté sur la troisième classe formée par le constituant spécial et la martensite, laquelle pourrait être regardée comme un terme de passage ; mais nous verrons qu'elle a une certaine importance pour le diagramme que nous indiquons plus loin, et pour la classification d'après les propriétés mécaniques.

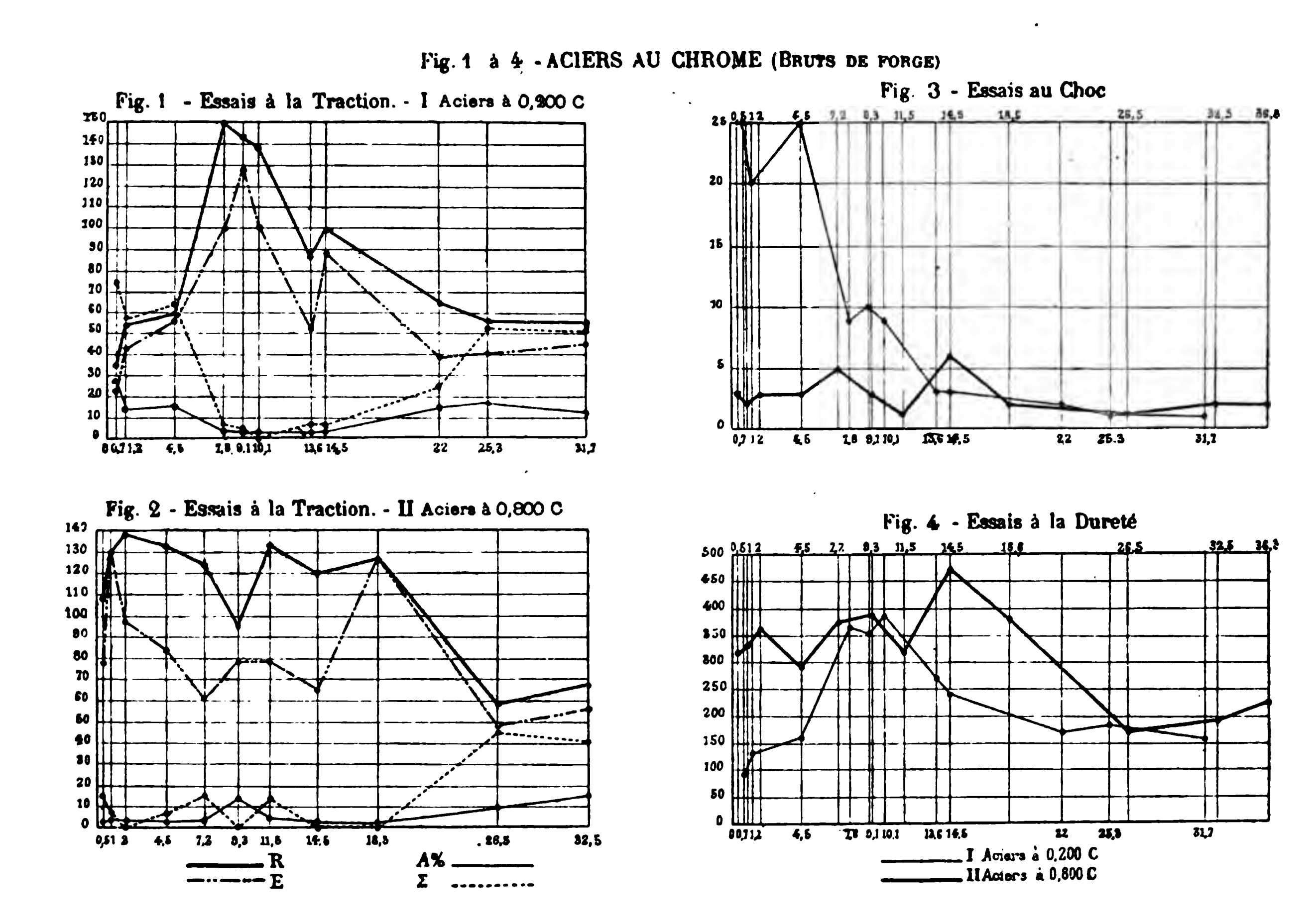
Propriétés mécaniques. — Les tableaux que nous donnons reproduisent les propriétés mécaniques des aciers au chrome. On voit que nous retrouvons bien les divisions indiquées par la micrographie.

En résumé, les aciers perlitiques (première classe) ont des propriétés analogues aux aciers au carbone ; cependant leur charge de rupture est d'autant plus élevée que le pourcentage en chrome est plus élevé ; ils sont un peu plus fragiles que les aciers ordinaires à même teneur en carbone, leur dureté croît avec le chrome. Les aciers martensitiques (deuxième classe) possèdent de très hautes charges de rupture, de très hautes limites élastiques, de faibles allongements et de faibles strictions. Ces aciers ne sont pas très fragiles lorsque leur teneur en carbone n'est pas très élevée; ils possèdent une dureté très élevée qui ne dépend sensiblement que de la teneur en chrome et non de la teneur en carbone.

Les aciers qui renferment en même temps de la martensite et le carbure double (3e classe) possèdent des charges de rupture et des limites élastiques très élevées; ils sont très fragiles. Enfin, les aciers à carbure double (4e classe) ont une charge de rupture et une limite élastique plutôt basses; ils possèdent de belles strictions et des allongements moyens; ils ont une faible dureté. Sous ce rapport, ils se rapprochent des aciers au nickel et au manganèse à fer γ; mais ils sont très fragiles.

Il est bien à penser que cette très faible résistance au choc provient de la présence du carbure double.

Fig. 1 à 4 - ACIERS AU CHROME (BRUTS DE FORGE)



Nous attirons particulièrement l'attention sur ce fait important, à savoir : que ces aciers ont des allongements assez élevés et de belles strictions, quoique leur fragilité soit très grande. Ceci prouve, encore une fois, la nécessité des essais au choc.

3° Diagramme des aciers au chrome.

Nous ne pouvons qu'esquisser le diagramme des aciers au chrome; bien que nos observations soient déjà très nombreuses, un point reste en suspens.

Cependant, ce diagramme doit se rapprocher beaucoup de la figure donnée. On y distingue, en dehors des zones de passage, quatre espaces bien distincts :

1° La zone perlitique;

2° La zone martensitique;

3° La zone à martensite et à carbure double;

4° La zone à carbure double.

Fig. 5 - DIAGRAMME DES ACIERS AU CHROME

La troisième zone peut être considérée comme zone de passage; c'est la seule qui, dans la figure donnée, est définie d'une façon un peu approximative; la droite CD n'est pas suffisamment précisée par nos recherches.

A chaque zone correspondent des aciers ayant des propriétés mécaniques bien définies.

Cette étude nous montre qu'on ne peut pas envisager l'utilisation des aciers au chrome pour obtenir des pièces d'une grande dureté superficielle par simple cémentation. En effet, les aciers de la 2e classe contiennent de la troostite lorsqu'ils sont à haute teneur en carbone.

En résumé, le chrome agit d'abord comme le nickel et le manganèse, puis forme un carbure double.

4° Utilisation des aciers au chrome.

Les aciers au chrome ne sont guère employés dans la construction, et ils n'offrent pas d'avantages sérieux sur les aciers au nickel. Leur principal débouché s'est trouvé dans la confection des obus de rupture, qui renferment 0,800 de carbone et 2 0/0 de chrome.

Seuls les aciers perlitiques pourraient trouver quelques autres applications; mais, toutes choses égales d'ailleurs, leur prix est plus élevé, et ils sont plus difficiles à travailler. Ils sont justement utilisés comme aciers à outils.

Les aciers martensitiques sont trop fragiles et trop durs pour être employés.

Les aciers à carbure double n'offrent aucun intérêt; leur prix est extrêmement élevé; ils sont fragiles et ne possèdent aucune dureté.

En résumé, le chrome seul n'apporte pas aux aciers des propriétés qui soient particulièrement intéressantes, si ce n'est une grande dureté, qui en indique l'usage pour certains outils et quelques fabrications spéciales.

Mais il faut bien noter qu'à ce point de vue, le chrome ne peut être remplacé par aucun autre métal, si ce n'est, jusqu'à un certain point, par le vanadium, comme nous le verrons plus loin.

Chapitre IV. — ACIERS AU TUNGSTÈNE

1° Fabrication.

La fabrication des aciers au tungstène ne présente en elle-même aucune difficulté; on utilise le four à creusets; il faut avoir une forte température.

Les aciers au tungstène renferment ordinairement de 5 à 13 0/0 de tungstène (excepté les aciers pour ressorts, dont nous parlons plus loin).

On peut utiliser comme matière première, soit les ferro-tungstènes, soit le tungstène métallique.

Les ferro-tungstènes qui sont préparés au four électrique contiennent de 8 à 9 0/0 de carbone et 80 0/0 de tungstène environ.

Le tungstène métallique est obtenu, soit au four électrique, soit par voie aluminothermique.

2° Propriétés.

Aciers bruts de forge.

Micrographie. — La micrographie des aciers au tungstène bruts de forge est particulièrement simple.

Si l'on considère les aciers à 0,200 0/0 de carbone, de 0 à 10 0/0 de tungstène, les aciers ont même constitution que les aciers au carbone, mais la perlite est plus déliée que dans les aciers au carbone; même à un faible grossissement, on aperçoit les lamelles alternantes de ferrite et de cémentite.

A 10 0/0 de tungstène, on voit des lamelles ou points extrêmement fins, qui apparaissent en blanc à l'acide picrique.

C'est ce constituant que l'on rencontre dans tous les aciers contenant jusqu'à 40 0/0 de tungstène.

Pour les aciers à environ 0,800 0/0 de carbone, de 0 à 5 0/0 de tungstène, on trouve de la perlite.

Dès 5 0/0 on voit apparaître le constituant spécial. Tantôt il est en points extrêmement petits, tantôt en filaments déliés, parfois même quelques grains ont échappé au traitement mécanique et ont gardé une forme cristalline très nette.

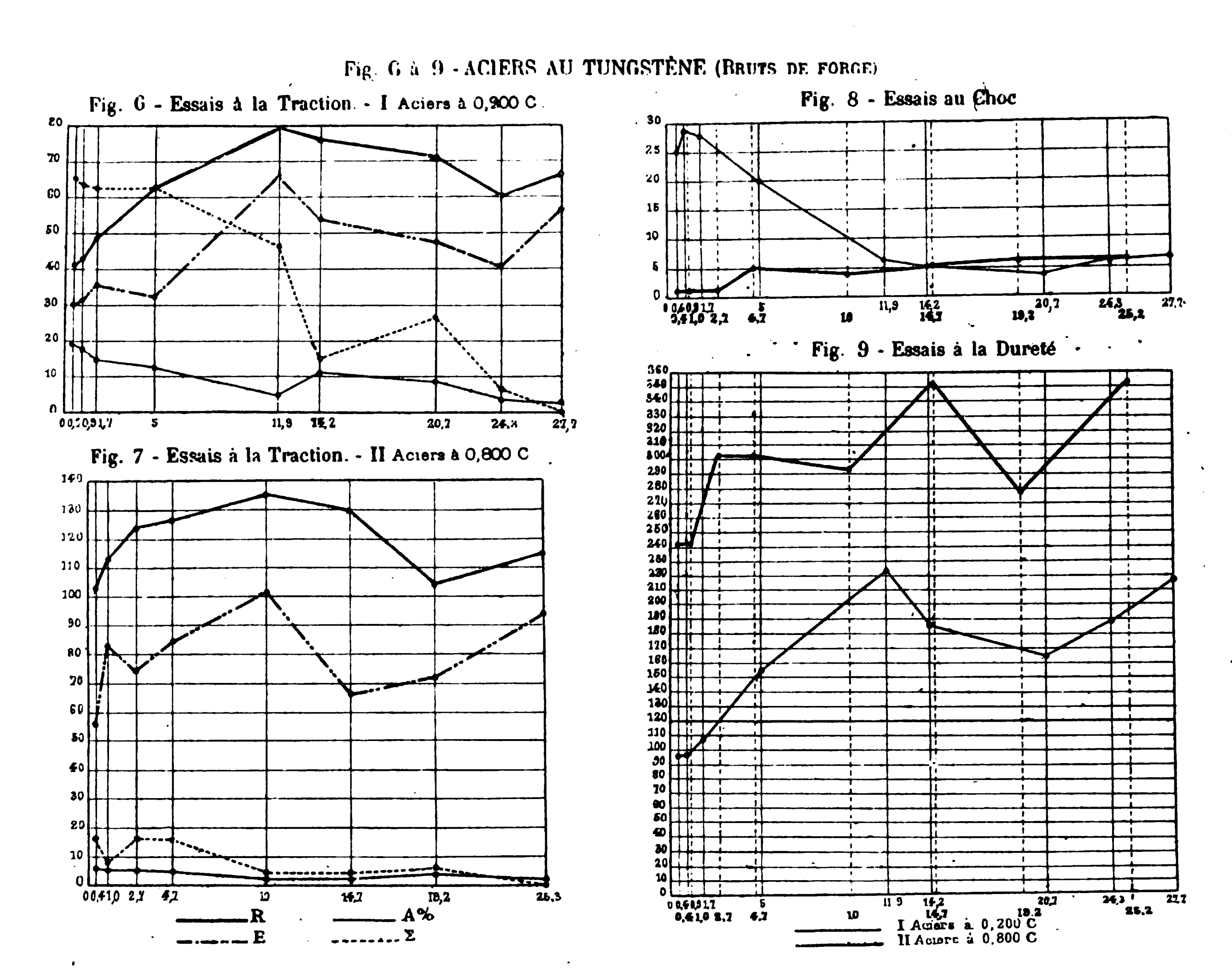
L'acier à 39,9 0/0 de tungstène n'a pu être forgé; il présente des particularités micrographiques très intéressantes; les cristaux du constituant spécial ont pu se former lentement et se développer pendant le refroidissement, et, comme ils n'ont pu être brisés par un traitement mécanique, ils ont gardé une netteté très grande. (Voir les micrographies du *Bulletin* de juillet 1903.)

En résumé, la micrographie des aciers au tungstène conduit à la subdivision suivante :

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 DE CARBONE	ACIERS A 0,800 DE CARBONE
1re.	Perlite.	De 0 à 10 0/0 Tu.	De 0 à 5 0/0 Tu
2e.	Constituant spécial se présentant en grains ou filaments blancs.	Teneur en Tu > 10 0/0.	Teneur en Tu > 5 0/0.

Un seul point reste obscur, c'est la nature du constituant spécial. Les recherches micrographiques que nous venons de résu-

Fig. 6 à 9 - ACIERS AU TUNGSTÈNE (BRUTS DE FORGE)



mer nous donnent déjà une première indication; en effet, le point auquel apparaît ce constituant dépend de la somme C + Tu. Il semble donc bien, *a priori*, que ce composé doit être un carbure.

De plus, il se rapproche, par certaines propriétés, de la cémentite; c'est ainsi qu'il apparaît, par polissage, en bas-relief, et que le picrate de soude en solution alcoolique le colore en noir.

Enfin, comme nous le verrons plus loin, on fait apparaître ce constituant par simple cémentation d'un acier perlitique.

C'est donc bien un carbure.

Propriétés mécaniques. — Les propriétés mécaniques des aciers au tungstène sont résumées dans les graphites que nous donnons ici.

De ces résultats, on doit conclure que :

1° Les aciers perlitiques présentent une charge de rupture d'autant plus élevée qu'ils contiennent plus de tungstène; la limite élastique ne semble pas croître aussi rapidement; les strictions et les allongements diminuent peu; ils ne sont pas plus fragiles au mouton Fremont que les aciers au carbone; leur dureté est généralement plus élevée que des aciers ordinaires à même teneur en carbone;

2° Les aciers renfermant le carbure ont des charges de rupture élevées, et cela d'autant plus qu'ils renferment plus de carbone; mais elles ne vont pas en augmentant avec le pourcentage de tungstène. Les limites élastiques sont relativement basses, les allongements et les strictions sont très faibles. Ces aciers sont sur la limite des aciers fragiles; ils ont surtout un point remarquable, c'est qu'ils ont une résistance au choc parfaitement constante (6 kgm) et cela quelles que soient leur teneur en carbone et leur teneur en tungstène.

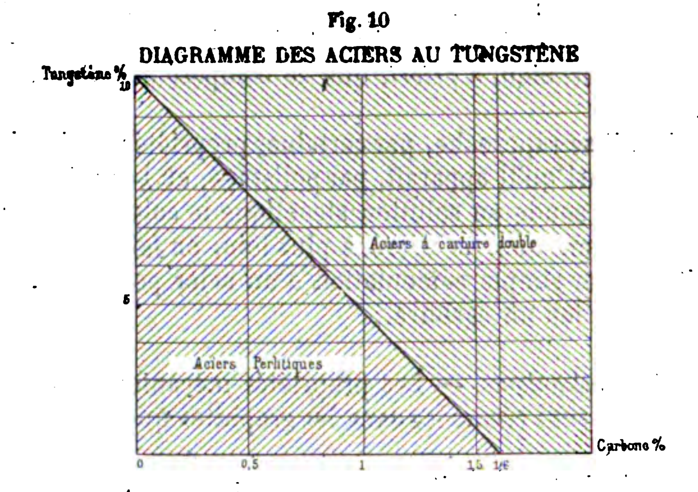
Enfin, ils ont une dureté d'autant plus forte qu'ils renferment plus de carbone.

3° Diagramme des aciers au tungstène.

Ces recherches nous conduisent naturellement à un diagramme extrêmement simple. La droite AB qui part du point 1,600 de carbone pour arriver au point 10 de tungstène, sépare le plan en deux zones distinctes: l'une correspond aux aciers

Fig. 10

DIAGRAMME DES ACIERS AU TUNGSTÈNE



perlitiques, l'autre, aux aciers à carbure. Les aciers qui sont sur la limite jouissent, comme nous l'avons dit, de propriétés spéciales.

4° Utilisation des aciers au tungstène.

A l'heure actuelle, ces aciers sont employés surtout comme aciers à outils. On distingue alors les aciers à basse teneur, qui ont besoin d'une trempe à l'eau et, d'autre part, les aciers à teneur élevée, qui se trempent d'eux-mêmes, suivant l'expression consacrée. Toutefois, il faut ajouter que les aciers au tungstène seul, prennent peu la trempe à l'air ; il est nécessaire de leur adjoindre d'autres produits, tels que le chrome ou le manganèse.

D'autre part, quelques aciéries ont lancé les aciers au tungstène comme aciers à ressorts. La composition moyenne de ces produits est la suivante :

$$C = 0{,}470 ; \; Mn = 0{,}220 ; \; Si = 0{,}200 ; \; W = 0{,}600.$$

Les aciers non trempés donnent :

$$R = 80 \text{ à } 85 \text{ kg} ; \; A\ 0/0 = 14 ; \; E = 60.$$

Trempés et recuits convenablement, ils donnent :

$$R = 140 ; \; A\ 0/0 = 7 ; \; E = 100.$$

Nous ne pensons pas que ces aciers présentent un grand avantage sur les aciers au silicium qui, comme nous le verrons, sont

couramment employés. Leur prix est très élevé ; de plus, ils offrent, après trempe et recuit, une résistance au choc bien moindre que les aciers au silicium.

Chapitre V. — ACIERS AU MOLYBDÈNE

1° Fabrication.

La fabrication des aciers au molybdène est semblable à celle des aciers au tungstène. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons déjà dit.

2° Propriétés.

Aciers bruts de forge.

Micrographie. — La série des aciers à environ 0,200 0/0 de carbone nous a donné les résultats suivants : de 0,5 à 1 0/0 de molybdène, ils présentent de la perlite, mais cette perlite est beaucoup plus accentuée que dans les aciers au carbone ordinaires. A 2 0/0 de molybdène, on note déjà un changement de structure, la perlite devient extraordinairement divisée.

A 5 0/0 de molybdène, on ne voit plus de perlite, on est en présence d'un constituant spécial caractérisé par un vermiculé très ténu. Les aciers à plus haute teneur en molybdène vont tous donner cette même structure. Parfois, le traitement mécanique a épargné quelques cristaux de constituant spécial, que l'on distingue en rognons plus ou moins prononcés.

Dans la série des aciers à 0,800 0/0 de carbone, on a tout d'abord une perlite très divisée. Dès 1,2 0/0 on aperçoit quelques grains blancs isolés du constituant spécial. Ces points blancs s'accentuent au fur et à mesure que le molybdène augmente. A 10 0/0, on voit en dehors des rognons blancs, un véritable eutectique qui doit être formé par la ferrite et le constituant spécial. Cet eutectique se voit déjà, d'ailleurs, dans les micrographies précédentes.

Le tableau suivant, résume les résultats trouvés par voie micrographique :

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 C	ACIERS A 0,800 C
1re.	Perlite	De 0 à 2 0/0 Mo	De 0 à 1 0/0 Mo
2e	Constituant spécial	Teneur en Mo > 2 0/0	Teneur en Mo > 1 0/0

abandonnés depuis; ils n'ont pas donné des résultats bien supérieurs à ceux des aciers au tungstène et leur prix est plus élevé, quoiqu'il faille moins de molybdène que de tungstène. Toutefois, certains industriels continuent à utiliser le molybdène ajouté au tungstène.

Chapitre VI. — ACIERS AU VANADIUM

Micrographie. — Si l'on considère les aciers de la première série, lesquels sont peu carburés, on trouve de la perlite semblable à celle des aciers au carbone tant que la teneur en vanadium est inférieure à 0,7 0/0; mais dans l'attaque à l'acide picrique, la ferrite semble se colorer en brun, d'autant plus aisément, que la teneur en vanadium est plus élevée. Au delà de 0,7 0/0 de vanadium, on voit toujours de la perlite, mais on aperçoit très nettement dans cette perlite des grains blancs, qui apparaissent même par polissage en bas relief.

On voit ces grains blancs envahir de plus en plus la préparation, de telle sorte qu'à 3 0/0 de vanadium, on ne voit plus du tout de perlite, mais bien des grains blancs qui affectent souvent la forme triangulaire.

Ces grains augmentent nettement avec la teneur en vanadium.

Les aciers de la deuxième série donnent des résultats analogues, seuls, changent les pourcentages de vanadium pour lesquels on note bien les changements micrographiques.

On voit que, jusqu'à 0,5 0/0, on obtient de la perlite pure ; au delà de 0,5 0/0, on trouve de la perlite et le constituant spécial. Enfin, à partir de 7 0/0, on ne rencontre plus du tout de perlite, on ne voit plus que le constituant spécial très développé et en abondance d'autant plus grande, que le pourcentage du vanadium est plus élevé.

Un point assez curieux à noter est la constitution des aciers qui renferment simultanément la perlite et le constituant particulier.

Ils présentent une texture se rapprochant beaucoup des aciers à 0,600 — 0,700 C, alors qu'ils en contiennent réellement 0,900 à 1 0/0 C. Nous en verrons ultérieurement l'explication. En résumé, la constitution des aciers au vanadium bruts de forge, est résumée dans le tableau suivant :

MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 DE CARBONE	ACIERS A 0,800 DE CARBONE
Aciers à perlite seule. . .	0 à 7 0/0 de Va	0 à 5 0/0 de Va
Aciers à perlite et à constituant spécial.	0,7 à 3 0/0 de Va	0,5 à 7 0/0 de Va
Aciers à constituant spécial.	Va > 3 0/0	Va > 7 0/0

Il reste à définir le constituant spécial; nous n'avons pas cherché à l'isoler, mais nous pouvons d'ores et déjà certifier que c'est un carbure. Les expériences de cémentation le prouvent très nettement. De plus, nous avons vu que la quantité de ce constituant augmente avec la teneur en carbone, ce qui forme d'ores et déjà une preuve à l'appui de cette assertion. Ceci explique bien pourquoi nous avons noté que la structure de certains aciers, conduisait à une teneur en carbone inférieure à la teneur réelle; ces aciers sont en effet ceux qui renferment simultanément le constituant spécial et de la perlite; ce constituant spécial absorbe une partie du carbone de l'acier, de telle, sorte que la quantité de perlite qui reste ne correspond pas du tout à la teneur réelle de l'acier.

De plus, ajoutons de suite que les carbures à haute teneur en vanadium sont très hétérogènes, nous avons examiné très soigneusement une même barre d'acier à 0,120 0/0 de carbone et 10 0/0 de vanadium, plus nous nous avancions vers une certaine extrémité de la barre, plus nous rencontrions, cela jusqu'à une certaine limite, des grains de carbure double. Il semble que le carbure soit de faible densité et ait une tendance très nette à remonter dans le bain. Ceci tend enfin à prouver que ce carbure existe non dissous, même quand le fer est à l'état liquide, c'est bien ce que tendent à prouver les expériences de trempe. Certaines parties de la barre, accusent une microstructure se rapprochant de la ferrite, mais les polyèdres se colorent toujours avec une certaine rapidité par l'acide picrique.

En résumé, les aciers à haute teneur en vanadium ne sont pas homogènes.

Propriétés mécaniques.

Les propriétés mécaniques que nous allons décrire n'ont pas été déterminées sur aciers bruts de forge, mais bien sur aciers

Fig. 16 et 17

ACIERS AU VANADIUM (BRUTS DE FORGE)

Fig. 16 - Essais à la Traction - Série I

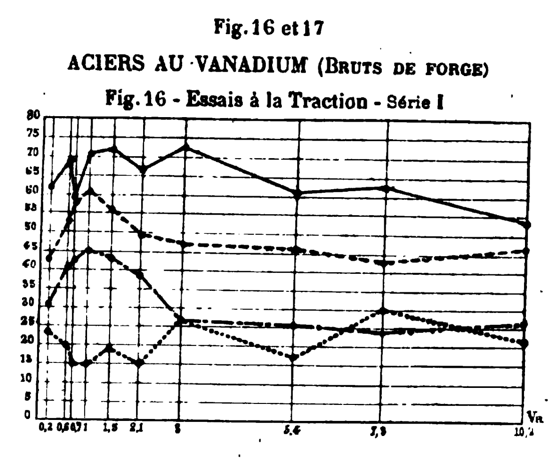


Fig. 17 - Essais à la Traction - Série II

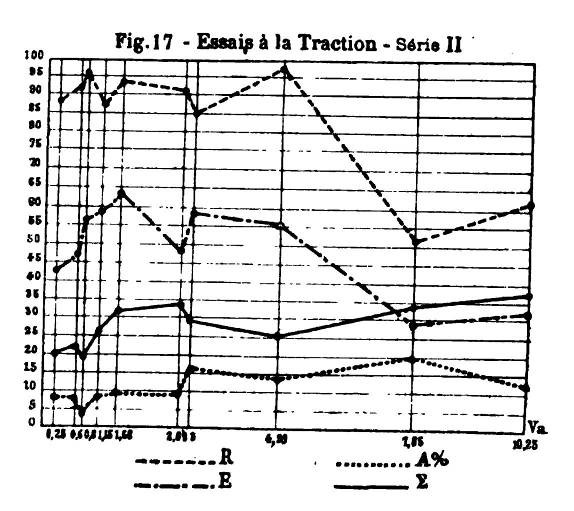
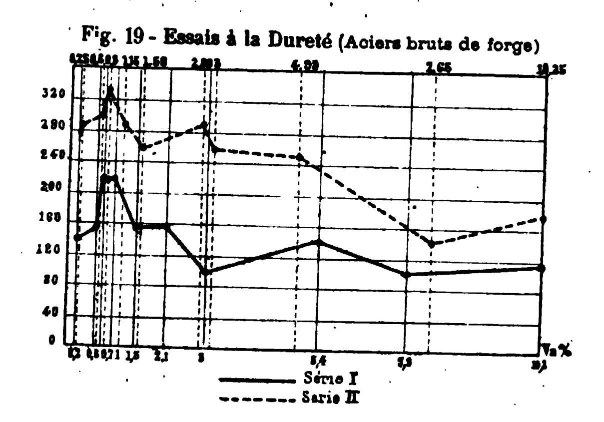


Fig. 18 et 19 - ACIERS AU VANADIUM

Fig. 18 - Essais au Choc (Aciers bruts de forge)

Fig. 19 - Essais à la Dureté (Aciers bruts de forge)



portés à 900 degrés et refroidis lentement, c'est-à-dire ayant subi un léger recuit.

Nous avions vu, en effet, que les aciers au vanadium sont profondément modifiés, plus que les autres aciers, par le traitement mécanique; comme on est dans l'impossibilité de comparer l'état d'écrouissage, il est absolument nécessaire de le détruire par un recuit.

De plus, nous disons de suite que les aciers à haute teneur en vanadium présentent une hétérogénéité extraordinaire, mais qui s'explique fort bien par la faible densité du carbure double, qui tend probablement à remonter dans le bain et est certainement réparti d'une façon inégale dans la masse d'acier, ainsi que le prouve l'étude micrographique.

Les résultats que nous donnons dans les tableaux sont des résultats moyens, huit éprouvettes ayant été rompues. Nous détaillons ensuite les résultats obtenus avec quelques-uns des aciers à haute teneur en vanadium, dont certains peuvent paraître surprenants.

Hétérogénéité des aciers a haute teneur en vanadium.

Cette hétérogénéité apparaît nettement dans les quelques résultats suivants donnés par des aciers normaux :

NUMÉROS	CARBONE	VANADIUM	R	E	A 0/0	Σ
			34,5	15,5	23	61,9
1	0,382	5,37	48,9	25,8	14	56,2
			55,9	35,3	17	61,2
			28,8	20,2	21	66,9
2	0,130	7,37	38,6	24,8	30	64,7
			52,9	33,8	17	58,3
			30,3	21,8	22	49,2
3	0,120	10,27	46,5	25,3	21	53,1
			50,7	34,3	15	38,2
			54,7	47,5	21,5	44,8
			30,3	13,4	16	25,6
4	0,737	7,85	50,4	27,4	15	22,3
			54,7	40,3	22	44,5
			42 »	16,8	10	13,3
5	0,858	10,25	59 2	45,6	7	9,2
			70 5	31,6	10	27,5

Un point des plus importants à noter est que la charge de rupture et la limite élastique allaient en croissant d'un bout de la barre à l'autre et qu'à ces valeurs de plus en plus grandes

Fig. 20 et 21 - INFLUENCE DE LA TREMPE
SUR LA CHARGE DE RUPTURE DES ACIERS AU VANADIUM

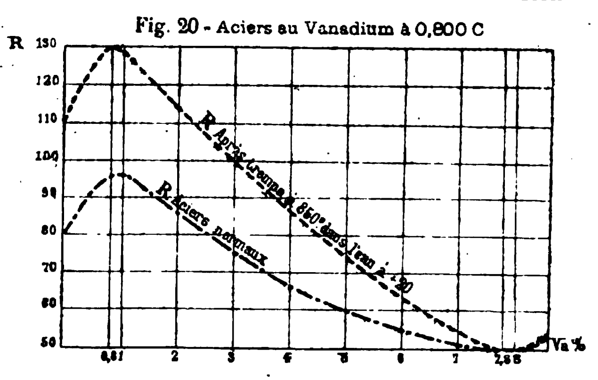


Fig. 20 - Aciers au Vanadium à 0,800 C

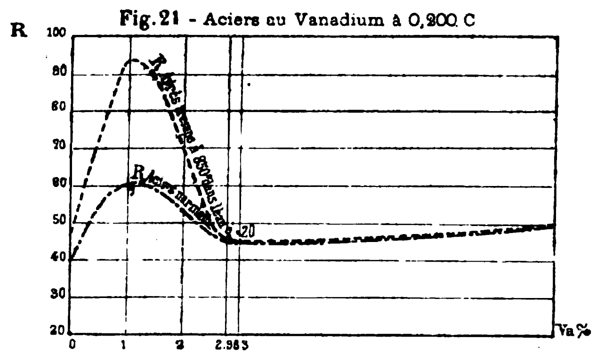


Fig. 21 - Aciers au Vanadium à 0,200 C

correspondent, aux sections de cassures, des teneurs en carbure de plus en plus importantes. L'hétérogénéité de ces aciers paraît donc bien être due au carbure de faible densité qui tend à remonter dans le bain d'acier.

Diagramme des aciers au vanadium.

L'examen de quelques autres échantillons d'acier au vanadium nous a permis de confirmer les résultats des recherches précédentes, qui semblent pouvoir être résumés dans le diagramme suivant:

On y trouve tout d'abord la droite, qui sépare les aciers perli-

tiques des aciers qui renferment du carbure. Mais ceux-ci doivent être divisés en deux groupes : les aciers dont tout le carbone est à l'état de carbure et ceux qui renferment et du carbure de

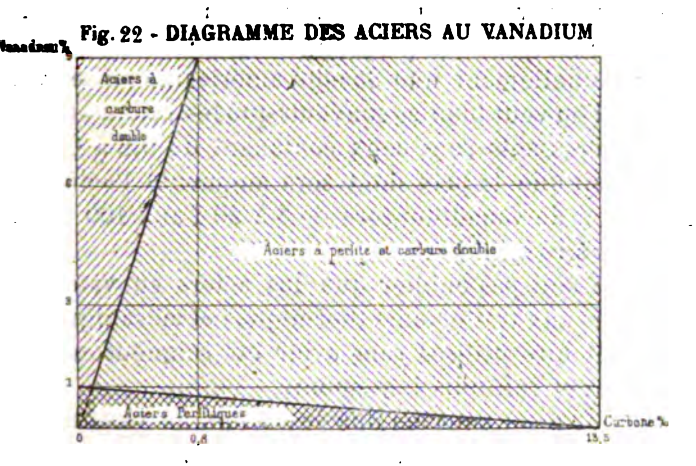


Fig. 22 - DIAGRAMME DES ACIERS AU VANADIUM

vanadium et de la perlite. L'autre droite qui découle des recherches que nous venons de décrire semble bien indiquer cette séparation. Elle montre que, plus l'acier renferme de carbone, plus il faut de vanadium pour que tout le carbone soit à l'état de carbure.

Utilisation des aciers au vanadium.

Les recherches précédentes montrent très nettement qu'un acier au vanadium présentant du carbure n'offre aucun intérêt industriel. On peut donc, d'ores et déjà, déclarer que les seuls aciers au vanadium susceptibles d'applications sont ceux renfermant moins de 0,7 0/0 de vanadium.

En somme, dans ces conditions, la caractéristique du vanadium est de durcir l'acier, d'augmenter sa charge de rupture et sa limite élastique ; en un mot, il joue, à ce point de vue, *un rôle analogue à celui du carbone, et cela avec au moins autant d'intensité que cet élément.* Mais le vanadium possède une autre caractéristique qui le rend particulièrement intéressant : *tandis qu'il augmente très rapidement la charge de rupture et la limite élastique, il ne diminue pas les allongements et les strictions et il n'apporte aucune fragilité*

Tout ceci s'entend pour les aciers renfermant moins de 0,7 0/0 de vanadium.

Il n'est donc pas douteux que l'utilisation sur une grande

échelle des aciers au vanadium, dont la fabrication ne paraît présenter aucune difficulté spéciale, ne dépende que du prix de revient.

Or le prix de vente du ferro-vanadium baisse constamment. Il y a peu de temps, on le payait à raison de 110 f le kilogramme contenu; actuellement une Société américaine ne le vend plus que 40 f. Si l'on veut bien se souvenir que les aciers au vanadium les plus intéressants sont ceux contenant de 0,2 à 0,5 de vanadium, on voit que le prix dont sera augmenté l'acier ordinaire par l'addition de vanadium sera de 8 à 20 f aux 100 kg, les pertes pouvant être négligées.

Mais il ne faut pas oublier que les aciers au vanadium sont très sensibles aux traitements thermiques et mécaniques et qu'ils ne sauraient être utilisés sans avoir été soigneusement recuits à 900 degrés et refroidis lentement.

En résumé, nous pensons que les aciers au vanadium renfermant moins de 0,7 0/0 de vanadium ont devant eux le plus brillant avenir, en tous points comparable à celui des aciers au nickel perlitiques.

Chapitre VII. — ACIERS AU SILICIUM.

1° Fabrication.

La fabrication des aciers au silicium se fait aisément au four Martin sur sole acide; mais on n'a pas jusqu'ici dépassé 2 0/0 de silicium.

La matière première utilisée est le ferro-silicium préparé au haut fourneau ou mieux les alliages préparés au four électrique.

Le ferro-silicium obtenu au haut fourneau contient de 10 à 12 0/0 de silicium et de 1 à 1,7 0/0 de carbone.

Les alliages préparés au four électrique sont généralement de quatre types :

1°	C = 0,600 Si = 25 0/0	2°	C = 0,500 Si = 50 à 52 0/0
3°	C = 0,500 Si = 75 à 80 0/0	4°	Si = 97 0/0 environ dit silicium pur.

Le silicium obtenu au four électrique possède à l'unité un prix de revient plus bas que celui préparé au haut fourneau.

2° Propriétés.

Aciers bruts de forge.

Micrographie. — Toutes les attaques ont été faites à l'acide picrique pour les teneurs faibles, à l'acide chlorhydrique à partir de 5 0/0 de silicium. Il arrive souvent qu'un acier au silicium parfaitement poli montre, après attaque, des raies de polissage très accentuées. De plus, il se produit souvent dans l'attaque de la silice qui recouvre la surface et fait apparaître, en se desséchant, des lignes de retrait que l'on pourrait prendre pour des bords de polyèdres. Il faut alors laver à l'acide fluorhydrique.

La série des aciers renfermant environ 0,200 0/0 de carbone nous a donné les résultats suivants :

De 0,5 à 5 0/0 de silicium, on a la structure perlitique. A 5 0/0 de silicium, on aperçoit des taches blanches par polissage en bas-relief et on distingue nettement, avant toute attaque, des points noirs très fins, qui doivent être du graphite. Après attaque, on retrouve ces constituants et de la perlite qui se trouve hors des taches blanches. Pour une teneur plus élevée en silicium, mais inférieure à 20 0/0, on n'a plus que des plages blanches bordées de graphite, parfois on distingue autour de ce graphite quelques grains très brillants, toujours en très petites quantités.

Dans un acier à 20 0/0, on voit nettement du graphite et deux constituants, dont l'un très bien cristallisé. Pour une teneur en silicium très grande, on rencontre des cristaux très bien définis entourés d'un eutectique ; ils sont d'autant plus importants que le silicium est en plus grande quantité.

L'étude des aciers renfermant 0,800 0/0 de carbone conduit identiquement aux mêmes résultats, à cela près que la perlite ou le graphite s'y trouvent en plus importante quantité.

Il faut donc conclure de suite que la teneur en silicium a seule une influence sur la constitution de ces aciers et que le carbone n'en a aucune.

Étude chimique. — Étant données les importantes recherches qui ont été faites sur les ferro-siliciums industriels et qui ont conduit à admettre l'existence des trois composés Fe^2Si, Fe Si et $FeSi^2$, nous avons jugé nécessaire de procéder à l'étude chimique des aciers au silicium. Avant tout, nous avons repris l'étude

des ferro-siliciums et nous avons isolé les trois composés déjà connus.

Un ferro-silicium à 12 0/0 de silicium traité par le chlorure de cuivre ammoniacal nous a laissé un résidu représentant à peu près le tiers du poids primitif correspondant bien exactement à la formule Fe^2 Si.

Un ferro-silicium renfermant 30 0/0 de silicium traité par l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau nous a donné un résidu qui, lavé à la potasse étendue puis à l'acide acétique, se sépare à l'aimant en deux parties; la partie aimantée correspond nettement à la formule Fe Si.

Enfin un ferro-silicium à 65 0/0 de silicium nous a donné le composé Fe Si^2.

L'étude chimique de nos aciers nous a conduits aux résultats suivants :

1° Les aciers qui renferment moins de 20 0/0 de silicium ne contiennent pas ou ne renferment que des quantités minimes du composé Fe^2 Si. C'est ainsi que l'acier à 0,350 de carbone et 13,9 0/0 de silicium en contient des traces; traité par le chlorure de cuivre ammoniacal, il laisse un résidu qui n'est que la deux ou trois millième partie de la matière traitée.

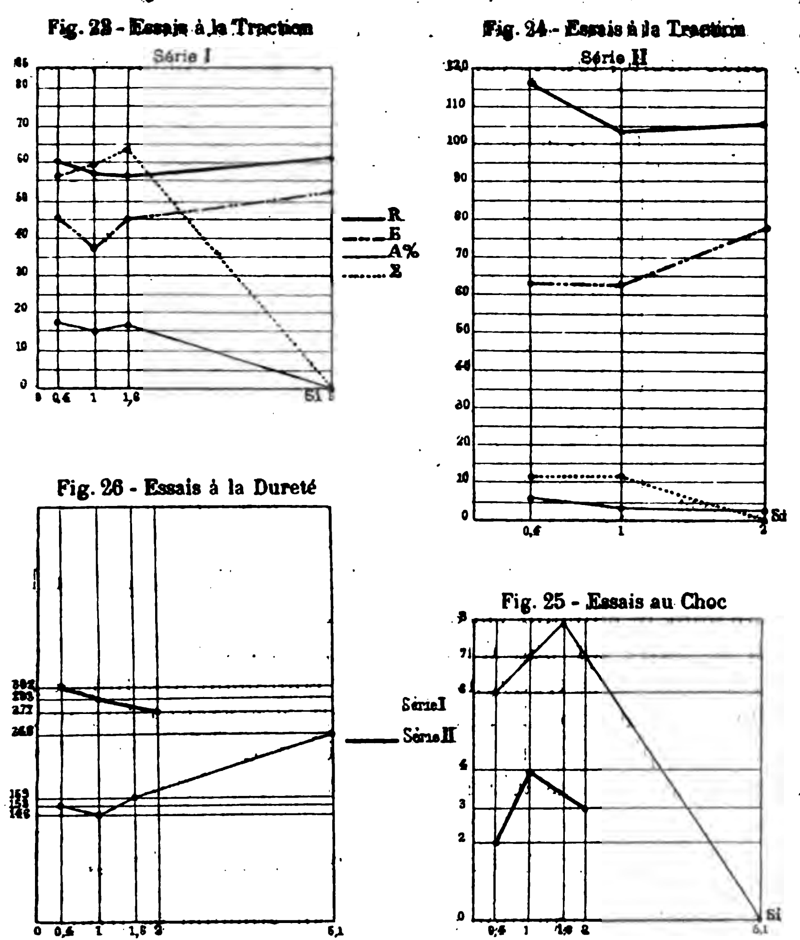
Les aciers qui contiennent plus de 20 0/0 de silicium, traité comme nous l'avons dit pour le ferro-silicium à 30 0/0 de silicium, laissent une quantité importante du composé Fe Si. (Nos aciers contiennent au maximum 30 0/0 de silicium.)

Propriétés mécaniques. — Les essais n'ont pu être pratiqués que sur les aciers qui avaient pu être laminés, c'est-à-dire pour la série à 0,200 0/0 de carbone, ceux contenant moins de 7 0/0 de silicium et pour la série à 0,800 0/0 de carbone, ceux renfermant moins de 5 0/0 de silicium. Les résultats de ces essais sur aciers bruts de forge sont résumés dans les graphiques ci-contre.

On peut en déduire les conclusions suivantes :

La charge de rupture et la limite élastique sont plus élevées dans les aciers au silicium que dans les aciers ordinaires à même teneur en carbone que les premiers. Toutefois elles ne croissent pas sensiblement avec la teneur en silicium, dès qu'il se trouve un peu de carbone à l'état de graphite, et les allongements et les strictions sont nuls. La résistance au choc des aciers au silicium est faible; elle devient nulle dès qu'il y a un peu de graphite. La dureté est plus grande que dans les aciers au carbone, mais

elle n'augmente pas avec la teneur en silicium. En un mot, le silicium apporte avec lui certaines propriétés, mais elles ne se



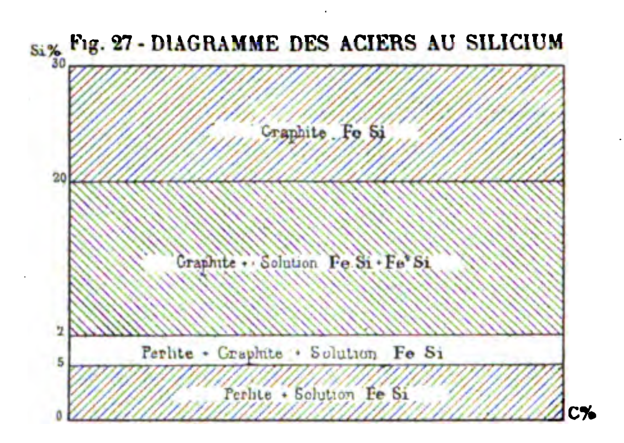
modifient pas avec le pourcentage de ce corps, du moins tant qu'il n'y en a pas assez pour qu'une partie du carbone soit précipitée à l'état de graphite.

3° Diagrammes des aciers au silicium.

Nos recherches sur les aciers au silicium sont résumées dans le diagramme suivant, qui est extrêmement simple. Il divise le plan en quatre régions par des parallèles à l'axe des x (le carbone

n'a, en effet, aucune influence sur la constitution de ces aciers), menées par les points 5,7 et 20 0/0 de silicium. Au-dessous de la première droite nous avons tout le carbone combiné ; entre la seconde droite et la première, il y a une partie du carbone qui est combinée, l'autre qui est à l'état de graphite. Au-dessus de la seconde droite, tout le carbone est à l'état de graphite ; l'espace

Fig. 27 - DIAGRAMME DES ACIERS AU SILICIUM



compris entre la deuxième et la troisième droite, correspond aux aciers dont le silicium est à l'état de solution et qui peuvent contenir en outre un peu du composé Fe^2 Si. Au-dessus de cette troisième droite se trouvent les aciers contenant le composé Fe Si. Toutefois, nous rappellerons encore la divergence que nous ne saurions expliquer entre la composition de certains ferro-siliciums et de certains aciers à même teneur en silicium.

4° Utilisation des aciers au silicium.

La principale utilisation des aciers au silicium se trouve dans la fabrication des aciers à ressorts.

Ils appartiennent alors à différents types et renferment de 0,400 à 0,700 0/0 de carbone et de 0,5 à 2,5 0/0 de silicium. Il faut remarquer d'ailleurs que les aciers renfermant le moins de carbone sont ceux qui renferment le plus de silicium.

Les deux types les plus généralement fabriqués, du moins en France, sont.

Type I :	C = 0,550 à 0,650	Si = 1,3 à 1,2.
Type II :	C = 0,650 à 0,700	Si = 0,900 à 0,800.

Le type I donne brut de forge :

R = 75 à 85 ; E = 46 à 51 ; A = 0/0 = 14 à 18.

Trempé à 900 degrés, il donne :

R = 150 ; E = 150 ; A = 0/0 = 0 à 2.

Trempé à l'eau et revenu au bois étincelant :

R = 120 à 135 ; E = 100 à 120 ; A = 0/0 = 12 à 5.

A l'essai au choc, cet acier trempé et revenu donne de 3 à 7 kilogrammètres, chiffre extrêmement élevé pour un acier à aussi haute charge de rupture.

D'ailleurs la propriété caractéristique d'un acier au silicium pour ressort est justement de présenter, après trempe et recuit convenables, une résistance au choc remarquable, bien que la limite élastique soit très élevée.

Quelques fabricants d'aciers à outils mettent aussi d'importantes quantités de silicium dans leurs produits. Enfin il faut rappeler le rôle important que joue le silicium en sidérurgie, où il est employé pour éviter les soufflures.

Chapitre VIII. — ACIERS AU TITANE

1° Fabrication.

On a beaucoup parlé des aciers au titane ; certains en ont même vanté les qualités sans cependant les préciser.

Il nous a paru très intéressant d'étudier systématiquement ces aciers. Ils sont préparés avec des ferro-titanes obtenus au four électrique.

Mais on ne peut pas dépasser, dans la fabrication de ces aciers, une teneur de 10 à 15 0/0, les fours ordinaires à creusets ne permettant pas d'obtenir la température voulue pour fondre de tels alliages.

2° Propriétés.

Aciers bruts de forge.

Micrographie. — Tous les aciers au titane que nous avons étudiés donnent les mêmes résultats que les aciers au carbone ; il

ne semble même pas y avoir trace d'azoture de titane. Nous avons examiné aussi le ferro-titane qui nous avait servi dans la fabrication. On y remarque des traînées jaunes qui doivent provenir de l'azoture et quelques points brillants qui doivent être un composé défini.

Essais mécaniques. — On voit que le titane n'augmente pas la charge de rupture. D'autre part, la résistance au choc et la dureté ne sont pas modifiées.

Nous citerons quelques exemples de déterminations mécaniques faites sur les aciers au titane.

Carbone.	Titane.	R	E	A 0/0	Σ	Choc.	Dureté.
0,122	0,41	40,7	33,9	20	68,4	25	99
0,137	1,40	48,2	36,1	19	62,1	25	101
0,135	2,57	45,2	34,6	17,5	68,4	29	90
0,695	0,64	94,1	52,6	9	28,4	3	207
0,624	1,72	87,7	53,3	10	36,4	3	212
0,611	2,57	90,4	58,8	10,5	34,7	3	212
0,635	4,63	89,8	57,8	9,5	34,2	4	212
0,650	8,71	117,5	62,5	8,5	29,7	5	248

3° Utilisation.

D'après les recherches que nous venons de résumer, les aciers au titane ne présentent aucun intérêt industriel. Ceci ne détruit pas la possibilité de l'emploi du titane comme épurateur.

Chapitre IX. — ACIERS A L'ALUMINIUM

1° Propriétés.

Micrographie. — Toutes les attaques ont eu lieu à l'acide picrique, à moins d'indications contraires.

L'acier à 0,5 0/0 d'aluminium est formé de ferrite et de perlite, mais cette perlite présente un caractère un peu spécial ; elle est beaucoup moins déliée que dans les aciers au carbone ordinaire. Ce caractère de la perlite s'accentue nettement avec la dose d'aluminium. Dans l'acier à 3 0/0, la perlite ne forme plus que des amas noirs, n'ayant plus l'aspect lamellaire sous les plus forts

grossissements. Ce phénomène se retrouve plus nettement encore dans l'acier à 5 0/0 d'aluminium.

A 7 0/0, on se trouve en présence d'un filet qui apparaît en noir par l'acide picrique et qui forme le contour des polyèdres. C'est de la perlite très compacte.

Un point important à retenir est le suivant :

Cette perlite spéciale apparaît par polissage en bas-relief, et cela d'autant mieux que la teneur en aluminium est plus élevée et que, partant, elle est plus compacte ; de même, la coloration qu'elle prend dans l'attaque au picrate de soude, laquelle est grise pour les faibles teneurs en aluminium, devient noire pour les teneurs élevées comme si l'on était en présence de cémentite.

En tous les cas, il ne saurait être question ici de graphite puisque le polissage ne fait apparaître le constituant qu'en blanc et très faiblement.

A 15 0/0, on se trouve en présence d'une microstructure absolument nouvelle : l'attaque à l'acide picrique ne donne rien qui soit net ; l'eau régale diluée donne des polyèdres plus ou moins grossiers (l'acier ne se lamine pas), dans lesquels on distingue quelques points blancs. Nous n'avons pas vu de graphite dans cet acier. L'attaque au picrate de soude en solution sodique fait apparaître tous ces points blancs en noir.

Nous sommes en présence de cémentite.

La structure particulière que nous avons trouvée pour les aciers perlitiques de la première série, nous allons la rencontrer à nouveau dans les aciers à haute teneur en carbone.

L'acier de cette série à 0,45 0/0 d'aluminium présente une perlite assez nette.

L'acier à 1 0/0 d'aluminium présente une perlite beaucoup plus compacte.

Dans l'acier à 1,094 0/0 d'aluminium, il semble que les zones blanches obtenues dans la photographie soient en quantités supérieures à celles d'un acier ordinaire à 0,796 0/0 de carbone.

Il faut même noter que cet acier contient plus de carbone (0,796 0/0) que le premier (0,736 0/0), et, malgré cela, les zones blanches de ferrite sont moins nombreuses dans ce dernier. Ceci est encore beaucoup plus net dans l'acier à 2,9 0/0 d'aluminium, qui renferme 0,691 0/0 de carbone ; si l'on rapprochait la microstructure de cet acier de la gamme des aciers au carbone, on conclurait à une teneur en carbone d'environ 0,500. Mais ce fait semble trouver une explication logique dans la compacité

de la perlite. La même observation doit être faite pour l'acier à 0,815 0/0 de carbone et 4,65 0/0 d'aluminium.

A 7 0/0 d'aluminium, la ferrite apparaît en grains blancs, sur un fond noir qui doit être de la perlite. L'attaque au picrate de soude en solution sodique donne le résultat normal.

A 10 0/0 d'aluminium, on trouve une texture toute spéciale; l'attaque à l'acide picrique précise de petits grains blancs, qui apparaissent déjà après polissage, et montre de petits amas noirs, très peu nombreux d'ailleurs, de perlite. L'attaque au picrate de soude en solution sodique colore tous les petits grains en noir, tandis que les amas de perlite apparaissent en gris pâle. Nous nous trouvons en présence de perlite et de cémentite.

L'acier à 15 0/0 d'aluminium, qui ne laissera rien voir qui soit net dans l'attaque à l'acide picrique, montre, après action de l'eau régale diluée, des zones très blanches, lesquelles, attaquées par le picrate de soude, apparaissent en noir foncé, c'est de la cémentite.

Nous avons observé d'autres aciers à l'aluminium; nous citerons, notamment, un acier à 0,247 0/0 de carbone et 15,9 0/0 d'aluminium.

Cet acier donne un aspect assez semblable à celui que nous venons de définir.

Un autre acier à 0,890 0/0 de carbone et 15,2 0/0 d'aluminium a donné des résultats absolument anormaux. L'attaque à l'acide picrique donne généralement un liséré blanc, avec de la perlite compacte et, de plus, quelques aiguilles assez fines et très blanches; l'attaque au picrate de soude colore en gris la cémentite et laisse en blanc l'aiguille et le liseré. On devrait conclure, en laissant de côté la question du constituant aciculaire, à de la ferrite entourant de la perlite. Mais il y a, au centre de la barre, une région toute particulière et fort intéressante. Apres polissage, on y distingue de très nombreuses aiguilles, semblables à celles déjà signalées sur les bords de l'acier, mais beaucoup plus développées: l'attaque à l'acide picrique ne colore ni les aiguilles ni la partie environnante. Si on vient à attaquer au picrate de soude en solution sodique, tout le fond se colore en noir foncé, les aiguilles restant très blanches.

Cet échantillon hétérogène est fort curieux; il semble que la première région soit formée de perlite et de ferrite, laquelle ne devrait pas exister dans un acier à 0,890 0/0 de carbone, et que la seconde comprenne de la cémentite et un nouveau corps qui

peut être une combinaison fer-aluminium, et qui, d'ailleurs, apparaît en petites quantités dans la première région. Les trois photographies que nous donnons reproduisent les microstructures que nous venons de donner.

En faisant subir un recuit à 900 degrés à cet acier, on ne trouve plus que de la perlite et de la cémentite.

En résumé, l'on voit que l'aluminium entre en solution dans le fer, que cette solution empêche la perlite de se développer, et la force à prendre une forme granulaire, et qu'enfin la perlite ne peut plus se former quand la teneur en aluminium est assez élevée, on a alors de la cémentite. Il ne se forme pas de graphite, comme on aurait pu le croire, étant donné que l'aluminium précipite le carbone dans les fontes.

Essais mécaniques. — Les résultats sont résumés dans le graphique ci-contre.

Ces résultats démontrent que l'aluminium a peu d'influence sur les propriétés mécaniques des aciers, tant qu'il ne dépasse pas 3 0/0. En effet, les variations que l'on rencontre dans les résultats sont dues aux variations de la teneur en carbone. A 3 0/0 d'aluminium, il y a une diminution sensible dans les allongements et la striction. A 5 0/0, il dénote une légère augmentation dans la charge de rupture, et les allongements continuent à baisser; à 7 0/0, ils sont très fragiles, étant donné le bas pourcentage en carbone de cet acier.

Donc l'aluminium ne semble pas avoir d'influence sur la charge de rupture et la limite élastique, mais il y a une diminution très nette des allongements et des strictions, qui coïncide avec le moment où la perlite devient granulaire. Les aciers à basse teneur en aluminium possèdent de très jolies cassures. Mais, de 5 à 7 0/0 d'aluminium, on note de très gros grains.

On retrouve ici la même influence de l'aluminium que dans la première série.

L'action est d'autant plus sensible que la teneur en carbone est moins élevée. Ce point semble nettement indiqué dans le fait de la diminution des allongements et strictions dans les aciers à 1,09 et 2,89 0/0 d'aluminium, tandis que l'acier suivant, qui renferme plus de carbone et 4,6 0/0 d'aluminium, possède des allongements et strictions plus élevés.

Quant à l'acier à 15 0/0 d'aluminium, qui présente une microstructure spéciale, il possède une charge de rupture élevée.

Fig. 28 et 29 - ACIERS A L'ALUMINIUM (BRUTS DE FORGE)

Fig. 28 - Essais à la Traction (Aciers à 0,150 % C)

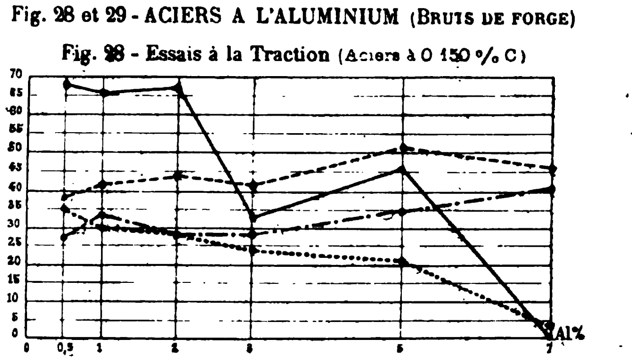


Fig. 29 - Essais à la Traction (Aciers à 0,800 C)

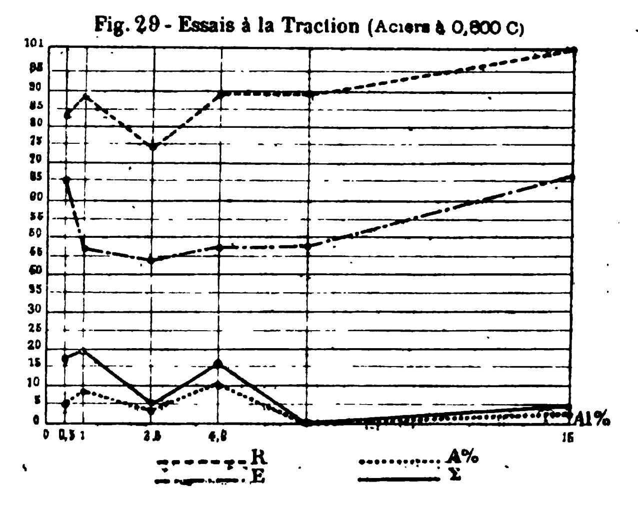
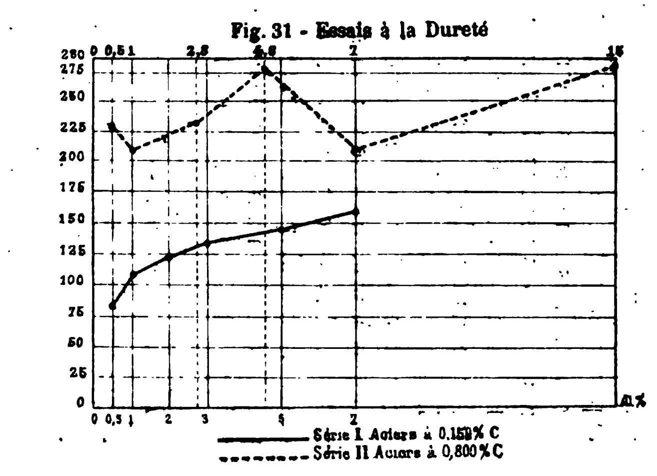


Fig. 30 et 31 - ACIERS A L'ALUMINIUM (BRUTS DE FORGE)

Fig. 30 - Essais au Choc

Fig. 31 - Essais à la Dureté



3° Utilisation.

Les aciers à l'aluminium n'offrent aucune caractéristique qui puisse en indiquer l'utilisation.

Il faut toutefois ajouter que, dans un ordre d'idées autre que ceux qui nous ont guidé dans cette étude, on leur a trouvé un débouché important. Il semble être bien démontré que l'addition d'aluminium (ou de silicium) améliore considérablement les tôles pour dynamos, au point de vue hystérésis.

CHAPITRE X. — ACIERS AU COBALT.

1° Fabrication.

La fabrication des aciers au cobalt ne présente aucune difficulté. La matière première est du cobalt métallique.

2° Propriétés.

Micrographie. — Étant donnée la similitude si étroite qui existe entre le nickel et le cobalt, on pouvait penser que ces deux métaux agiraient de même sur les propriétés du fer.

Il n'en est rien, du moins jusqu'à 30 0/0 de cobalt, même lorsque l'acier renferme 0,800 0/0 de carbone.

Tous les aciers au cobalt que nous avons étudiés sont perlitiques.

Ceci semblait d'ailleurs ressortir, du moins pour les aciers ne contenant que 0,200 0/0 de carbone, des importantes recherches de M. Dumas.

Les essais mécaniques sont encore ici en parfaite concordance avec les recherches micrographiques. Il n'y a aucun changement brusque dans les propriétés; le cobalt augmente un peu la charge de rupture.

Nous avons obtenu notamment les résultats suivants :

Carbone	Cobalt	R	E	A 0/0	Σ	Choc	Dureté
0,886	4,45	121,8	46,6	6	10,6	3	248
0,740	6,72	102,3	51,1	7	14,6	4	241
0,813	9,76	122,6	44,0	5	6,8	3	248
0,750	29,30	118,5	50,5	6	11,5	3	241

On voit bien que le cobalt n'a pas une influence importante sur les propriétés mécaniques.

M. Dumas avait montré le même fait pour des aciers très peu carburés.

3° Utilisation.

D'après les résultats que nous venons d'exposer, on voit que les aciers au cobalt ne présentent absolument aucun intérêt industriel.

Chapitre XI. — ACIERS A L'ÉTAIN

1° Fabrication.

Les quelques échantillons d'aciers à l'étain que nous avons examinés ont été préparés en partant de l'étain métallique.

2° Propriétés.

Micrographie. — L'étain se rapproche beaucoup du silicium et du titane. Toutefois, il ne joue pas le même rôle que le silicium dans les aciers; il ne précipite pas le carbone à l'état de graphite.

Il entre tout d'abord en solution dans le fer, puis, aux environs de 5 0/0, il semble se séparer un composé défini, un stanure de fer, que nous cherchons actuellement à isoler. Quant au carbure, il reste toujours à l'état de perlite, du moins tant que le pourcentage ne dépasse pas 10 0/0.

3° Propriétés mécaniques.

Les aciers renfermant 1,5 0/0 d'étain sont extrêmement difficiles à forger. A partir de 2 0/0, on ne peut plus les travailler. Ils sont d'une fragilité extrême; une barre d'un acier à 0,800 0/0 C et 2 0/0 Sn s'est brisée en mille morceaux dans le transport d'Imphy à Paris.

Il suffit de laisser tomber ces barres de un mètre sur des pavés de grès pour les réduire presque en poussière.

A une teneur suffisamment élevée (5 0/0 environ), ils deviennent extrêmement durs.

4° Utilisation.

Les aciers à l'étain ne sont donc susceptibles d'aucune application.

Chapitre XII. — COMPARAISONS ET CONCLUSIONS

Nous voudrions, dans ce dernier chapitre, résumer nos recherches en établissant des comparaisons entre les différents aciers.
Nous donnons tout d'abord des diagrammes théoriques montrant l'influence des différents éléments.

1° Essais de classification des aciers spéciaux.

Il nous semble que, d'après nos recherches, les aciers spéciaux peuvent être classés comme suit :

Première classe. — Le métal incorporé abaisse les points de transformation du fer. On a alors trois groupes :

Aciers perlitiques ;
Aciers martensitiques ;
Aciers à fer γ.

C'est le cas du nickel et du manganèse.

Deuxième classe. — Le métal incorporé abaisse les points de transformation du fer, et de plus, il est susceptible de donner naissance à un carbure double (1) lorsqu'il se trouve en assez grande quantité.

On a encore trois groupes :

Aciers perlitiques ;
Aciers martensitiques ;
Aciers à carbure double.

C'est le cas du chrome.

Troisième classe. — Le métal incorporé est susceptible de donner naissance à un carbure.

(1) Nous ne comprenons pas dans cette catégorie les métaux qui, comme le manganèse, permet de substituer en partie au fer de la cémentite.

Fig. 32 - INFLUENCE DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS
SUR LA CHARGE DE RUPTURE DES ACIERS A 0,200 C

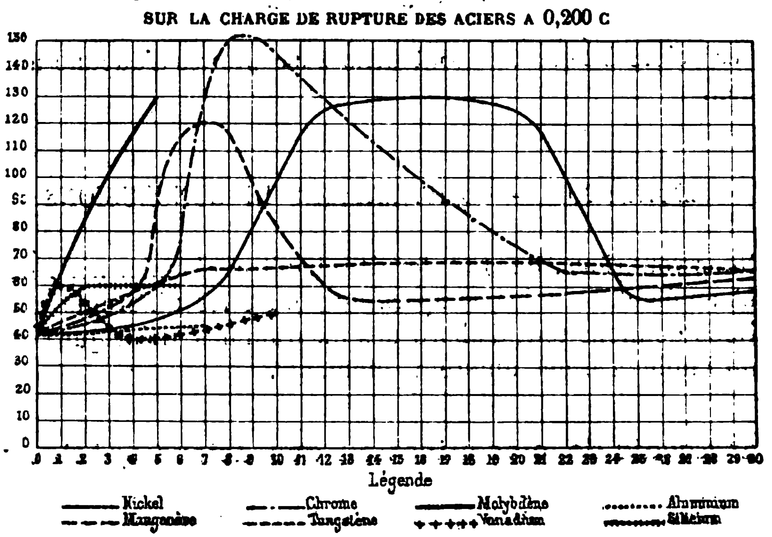


Fig. 33 - INFLUENCE DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS
SUR LES ALLONGEMENTS °/o DES ACIERS A 0,200 C

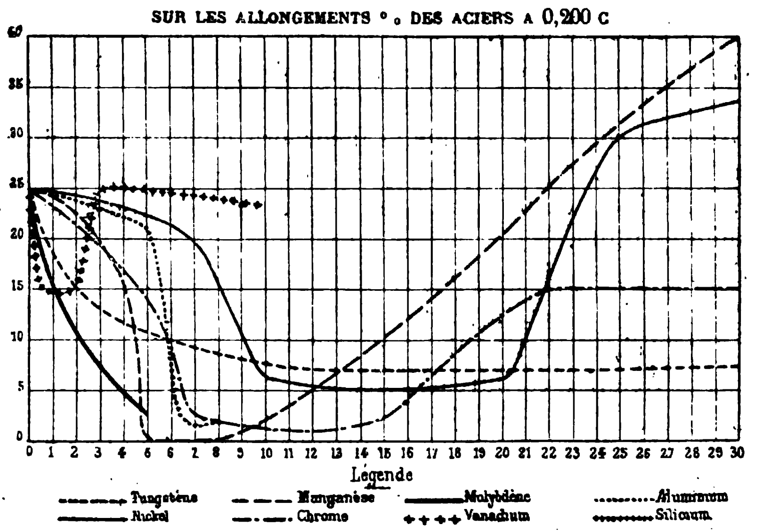


Fig. 34 - INFLUENCE DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS SUR LA RÉSISTANCE AU CHOC DES ACIERS A 0,200 C

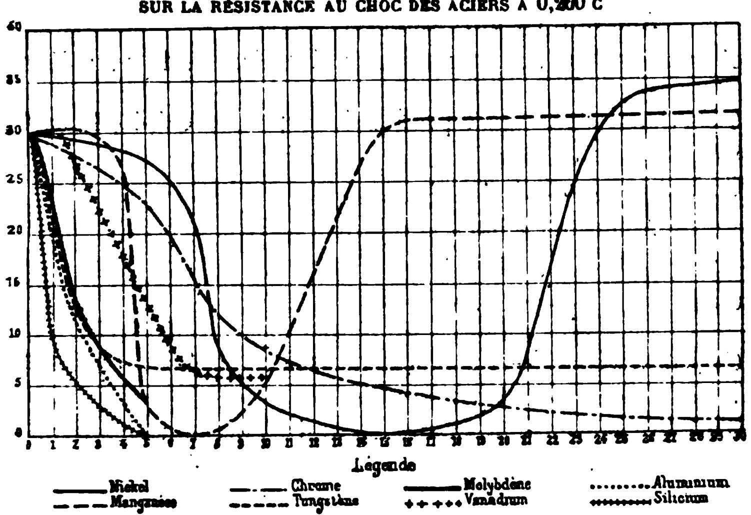
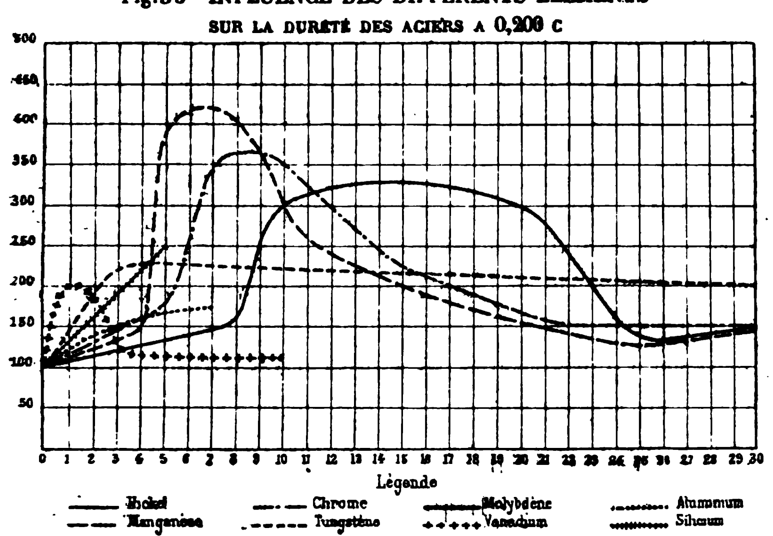


Fig. 35 - INFLUENCE DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS SUR LA DURETÉ DES ACIERS A 0,200 C



On a alors deux groupes :

Aciers perlitiques ;
Aciers à carbure double.

C'est le cas du tungstène, du molybdène et du vanadium.

Quatrième classe. — Le produit incorporé précipite le carbone à l'état de graphite.

On a deux groupes :

Aciers à carbone combiné ;
Aciers à graphite.

C'est le cas du silicium.

Cinquième classe. — Le métal incorporé se dissout dans le fer.

Tous les aciers sont perlitiques.

C'est le cas (du moins dans les limites où nous les avons étudiés) des aciers au cobalt, au titane et à l'étain.

2° Renseignements donnés par la micrographie au point de vue des propriétés mécaniques.

On peut tirer un grand parti de l'étude micrographique d'un acier spécial.

Nous tâcherons de le prouver en quelques mots.

1° Si l'acier est perlitique, on ne pourra obtenir que des renseignements partiels; car ses propriétés mécaniques dépendent de l'élément qui peut être soit en dissolution dans le fer, soit dans la perlite (exemple : acier à l'étain perlitique et impossible à utiliser). Il faudra donc faire des essais mécaniques pour connaître la qualité d'un acier.

2° Si l'acier est martensitique, on devra conclure de suite que :

α) Il est à haute charge de rupture, haute limite élastique: faibles allongements, basses strictions ;

β) Il est fragile ;

γ) Il est dur et difficile à travailler.

3° Si l'acier est polyédrique, on peut déduire de sa microstructure que :

α) Il a une limite élastique plutôt basse, de très beaux allongements ;

β) Il est extrêmement résistant au choc;

γ) Il peut être plus ou moins dur suivant les produits en solution dans le fer γ.

4° Si l'acier accuse à la structure, un carbure, on peut distinguer :

α) Un acier au chrome : grains très ronds;

β) Un acier au tungstène ou au molybdène : filaments fins;

γ) Un acier au vanadium : grains volumineux et généralement triangulaires.

En se reportant aux propriétés mécaniques indiquées pour ces aciers, on saura quelles conclusions prendre.

5° Si l'acier renferme du graphite, on peut déclarer qu'il est extrêmement fragile, que ses allongements et ses strictions sont nuls.

3° Utilisation des différents aciers ternaires.

1° Parmi les aciers perlitiques, un certain nombre peuvent et doivent être employés à la place des aciers au carbone. C'est le cas surtout des aciers au nickel ; ce doit l'être jusqu'à un certain point pour les aciers au manganèse.

2° Parmi les aciers martensitiques, peu doivent être utilisés dans la construction; ils sont en effet assez fragiles et très difficiles à travailler. Mais certains peuvent être utilisés comme aciers à outils ou pour des emplois particuliers.

3° Parmi les aciers polyédriques, ils seraient assurés d'un brillant avenir industriel, si leur prix de revient n'était pas si élevé. De par ce fait, leur utilisation ne peut avoir lieu que dans les cas spéciaux. Encore faut-il tenir compte de leur basse limite élastique.

4° Parmi les aciers à carbure double, seuls les aciers au tungstène et au molybdène semblent avoir d'importants débouchés par la propriété qu'ils possèdent d'être très durs après trempe; leur emploi comme aciers à outils s'est d'ailleurs généralisé complètement.

6° Enfin les aciers à graphite ne peuvent trouver aucun débouché.

CONCLUSIONS

Nous avons voulu faire une étude d'ensemble des aciers spéciaux ternaires; il nous semble que de ce travail découlent certains faits, sinon nouveaux, du moins susceptibles de rendre des services à l'industrie métallurgique. L'établissement de diagrammes simples et précis nous paraît devoir guider aisément la fabrication. C'est d'ailleurs ce que nous avons déjà eu le plaisir de constater dans plusieurs usines françaises.

En terminant, qu'il me soit donné de remercier à nouveau les trois savants qui ont le plus influé sur ces recherches, par leurs bienveillants conseils et leur appui moral. Il serait juste de leur attribuer l'intérêt que l'on pourra trouver à la lecture de ce mémoire, et je me permets de leur dédier ce travail de trois années de laboratoire.

A MM. H. Le Châtelier, Osmond et Hadfield.

CHRONIQUE

N° 295.

SOMMAIRE. — Restauration du pont de Conway. — Le chemin de fer de Bagdad. — Le chemin de fer du Ricken. — Matières agglomérantes pour la fabrication des briquettes. — La production des fruits aux États-Unis et au Canada. — Le dépérissement des métaux. — Les obus à huile.

Restauration du pont suspendu de Conway. — Le pont historique de Conway, sur la rivière du même nom, a été construit, comme on sait, en 1826, par le célèbre ingénieur Telford, pour remplacer un bac et donner passage à la route de Chester à Holyhead. Il a 99,75 m d'ouverture entre les points de suspension et 6,86 m de flèche. La suspension est opérée par huit cours de chaînes, chacun formé de huit barres de fer de 82,5 × 25,4 mm. Le tablier a 5,33 m de largeur. L'aspect pittoresque de ce pont est encore rehaussé par sa situation au pied du vieux château de Conway, construit par Édouard I[er].

Après presque quatre-vingt ans de service avec un trafic considérable, on a constaté que quelques parties du pont présentaient des signes inquiétants pour la sécurité de l'ouvrage et les autorités responsables chargèrent M. J. Webster. Ingénieur à Westminster, de faire un rapport très circonstancié sur les conditions où se trouvait actuellement le pont. Après un examen attentif, cet expert a trouvé qu'il existait des causes sérieuses de danger et conseilla de faire tout d'abord opérer la circulation des voitures au pas.

Le rapport constatait que les amarrages étaient en bon état, mais que les barres principales formant les chaînes étaient très fortement oxydées et très réduites de section dans beaucoup d'endroits. Les tiges de suspension étaient également en mauvais état; de même les broches réunissant les barres étaient corrodées et amincies par endroits. Un nouveau tablier avait été mis il y a une dizaine d'années pour remplacer le tablier d'origine qui était pourri, et il était encore dans de bonnes conditions de conservation.

En calculant la résistance des chaînes, on a trouvé qu'avec le poids mort seul, sans aucune surcharge, les chaînes supposées saines et avec leur section primitive, travaillaient à beaucoup plus de 5 t par pouce carré, soit 8 kg par millimètre carré, ce qui tient d'ailleurs, en grande partie du moins, à ce que le tablier actuel est beaucoup plus lourd que l'ancien. Le passage des voitures donnait lieu à des vibrations considérables qui augmentaient encore le travail des chaînes de suspension.

On décida, en conséquence, de remplacer les tiges de suspension et les axes d'articulation des chaînes et d'ajouter des câbles d'acier au-dessus des chaînes pour leur venir en aide, de manière qu'avec toutes les surcharges admissibles, le travail ne dépassât pas sur le métal des maillons un maximum de 7,5 kg par millimètre carré. On crut aussi devoir porter le tablier à une largeur de 7,43 m en ajoutant un

trottoir de 1,80 m à l'extérieur des chaînes et tiges de suspension du côté nord du pont. C'était une mesure très sage à cause du peu de largeur du tablier actuel, de l'absence complète de trottoirs et du danger que présentait le passage pour les piétons venant du côté de Conway.

Ce projet fut approuvé et les travaux furent exécutés sans que la circulation fût interrompue, ce qui eut pour effet d'augmenter très notablement la dépense.

Voici quelle fut la succession des opérations. On établit d'abord de nouveaux ancrages pour l'attache des câbles; ces ancrages étaient formés de pièces d'acier laminé de 0,50 m de longueur avec une section de 175 × 125 mm portant sur le rocher et noyées dans du béton de ciment de Portland; ces pièces étaient disposées par paires et entre les deux pièces de chaque paire passaient des vis de tension de 80 mm de diamètre, munies d'écrous et de rondelles, ces vis ayant à leur extrémité des têtes façonnées pour recevoir les câbles. Les vis permettaient un serrage de 0,75 m environ. On eut quelques difficultés pour un des ancrages où on ne trouva pas tout de suite le roc solide et où on fut obligé de creuser une galerie qu'on remplit de béton, ce qui fit perdre du temps.

En même temps qu'on travaillait à l'installation des ancrages, on changeait les barres et les axes des chaînes; ces pièces étaient en fer de Lowmoor et furent remplacées par des pièces en acier de plus grandes dimensions. On constata pendant ce changement que ces maillons et ces axes étaient encore plus corrodés qu'on ne croyait, certains axes n'avaient plus que la moitié du diamètre primitif.

Ce travail fait, on s'occupa de poser sur les tours des plaques d'appui avec rouleaux en acier pour porter les nouveaux câbles, et on mit ceux-ci en place. Il y a deux câbles de chaque côté du pont et ceux du côté nord sont plus gros, parce qu'ils ont à porter la charge supplémentaire du trottoir. Les câbles de ce côté sont composés de sept torons parallèles, dont chacun comprend 127 fils d'acier, ce qui fait un total de 889 fils par câble; les fils ont 3,7 mm de diamètre. Les câbles du côté sud n'ont que 427 fils chacun. Les fils ont une résistance à la rupture de 150 kg par millimètre carré. Les extrémités des câbles pénètrent dans des douilles coniques attachées aux vis de tension dont il a été question plus haut, on détord la partie du câble qui entre dans ces douilles, on ouvre les torons et on coule à l'intérieur du métal blanc. Des épreuves faites sur cet assemblage ont fait voir que toujours le câble cassait avant que le joint ne cédât.

Une fois les câbles mis en place, on les tend de manière à conserver une distance de 0,45 m entre eux et les chaînes et on place les pièces d'acier formant liaison entre les deux organes de suspension; ce sont des traverses en acier auxquelles s'ajustent également les tiges de suspension. Pour celles-ci on a remplacé les anciennes par de nouvelles en acier, qui se rattachent aux poutres de raidissage qu'on a mises a la place de l'ancien garde-corps en treillis.

Le remplacement du tablier a été une opération difficile en présence de la circulation qu'on tenait à respecter. On y est arrivé avec quelques précautions; on n'enlevait à la fois qu'une paire de tiges de suspension

et on maintenait le tablier par des traverses en acier placées dessous et reliées aux autres tiges de suspension.

Les poutres de raidissage ont 2.60 m de hauteur et sont formées de deux plates-bandes en acier en forme d'U de 0,53 m de largeur sur 0,075 m de hauteur reliées par des barres diagonales de 75 × 9 mm et par des montants verticaux en forme d'U de 100 × 75 mm. Ces poutres sont continues d'une extrémité à l'autre et sont prises dans des glissières pour parer à la dilatation et à la contraction dues aux variations de la température. Ces poutres ont pour rôle principal de reporter l'effet d'une charge locale sur toute la longueur et de réduire ainsi au minimum les vibrations de l'ensemble amenées par le déplacement des charges mobiles.

Le trottoir établi sur le côté nord du pont a 1.80 m de largeur entre la poutre de raidissage et le parapet. Il est porté sur des consoles en acier attachées à la poutre et aux poutrelles primitives qui soutenaient le tablier. On a établi sur celles-ci un plancher formé de tôles ondulées de 7 1/2 mm d'épaisseur, sur lequel on a coulé du béton portant une couche d'asphalte. La surface du trottoir a une légère pente vers l'extérieur pour assurer l'écoulement des eaux pluviales à la mer. Le trottoir contourne les vieilles tours en maçonnerie aux extrémités du pont au moyen de consoles fixées dans les murs et, de ces tours à la route, par des parties métalliques. Un parapet formé de mains-courantes en acier portées par des supports en fonte borde le trottoir à l'extérieur; un garde-grève en fonte ornementée le limite à la base.

L'établissement de ce trottoir a rendu facile un passage qui était auparavant assez dangereux pour les piétons. Dans ces travaux de restauration, on s'est proposé comme règle de respecter, dans la plus large mesure, les belles proportions de l'ouvrage tel qu'il avait été établi primitivement par Telford, et on doit constater que l'Ingénieur chargé des travaux, M. A. Thorne, y est arrivé.

Les renseignements qui précèdent sont extraits de l'*Engineer*. Nous regrettons de n'y avoir trouvé aucune indication sur la durée et le coût des travaux de reconstruction.

Le chemin de fer de Bagdad. — Le chemin de fer de Bagdad, qui doit relier Constantinople au golfe Persique, sera une ligne d'une longueur considérable et d'une grande importance, tant au point de vue commercial qu'au point de vue politique. Les travaux pour sa construction vont bientôt être commencés. La première idée de cette voie de communication remonte à 1888, époque à laquelle la Compagnie du Chemin de fer Ottoman d'Anatolie, formée par la Deutsche Bank, reçut du gouvernement turc la concession d'une ligne allant de Ismidt à Angora, longueur 470 km et formant le prolongement du chemin de fer déjà existant sur 88,5 km entre Haidar-Pacha (Constantinople) et Ismidt. Lorsque cette seconde section eut été ouverte à l'exploitation en 1893, la Compagnie obtint la concession d'un embranchement de 428 km allant à Koniah, lequel a été terminée en 1896. Ces lignes constituent un réseau de 1 000 km en nombres ronds. Un accord intervint en mai 1899, entre la Compagnie dont nous venons de parler et la Compagnie

française qui exploitait 515 km de chemins de fer en Anatolie, pour opérer en commun la construction et l'exploitation des nouvelles lignes à construire.

La concession de la ligne allant à Bagdad et à Bassorah, qui se reliera avec les lignes existantes à Koniah, a été obtenue en décembre 1899 de la Porte, par M. Siemens, Président de la Deutsche Bank, agissant pour le compte de la Compagnie des Chemins de fer d'Anatolie. Il est stipulé que la ligne doit être en exploitation dans un délai maximum de huit années; elle est garantie par le gouvernement turc, et les concessionnaires s'interdisent de céder les lignes existantes ou les nouvelles lignes à aucune autre entreprise. Le gouvernement se réserve le droit de racheter la section Koniah-Bassorah. Comme compensation à cette concession, la Russie aurait obtenu peu après (si on en croit la presse allemande) une option pour construire un chemin de fer sur la côte de la Mer Noire. Le gouvernement turc se serait engagé à n'accorder qu'à des capitalistes russes le droit de construire et d'exploiter un chemin de fer sur la Mer Noire, dans certaines limites réservées. On remarquera que cette concession sera la première accordée par la Turquie à des Russes.

Deux tracés différents ont été proposés pour la nouvelle ligne de Bagdad. Le premier, qui a été reconnu par le major von Moltke, partirait d'Angora, passerait par Sivas, Diar-Békir, et suivrait la vallée du Tigre jusqu'à Bagdad et Bassorah. Le second tracé partait de Koniah, franchissait la chaine du Taurus à la passe de Olou-Kichla et, après avoir atteint Alep, suivait la rive droite de l'Euphrate jusqu'à Bassorah. Le premier tracé côtoyait d'assez près la frontière russe, ce qui est considéré comme une objection sérieuse; le second s'en écartait, mais il se rapprochait de la mer, et rentrait dans le rayon de l'influence anglaise depuis Alexandrette. On a fini par adopter une combinaison des deux précédents. La ligne partira de Koniah, ville de 90 000 habitants, passera par Karaman et Eregli, longeant la partie méridionale du Désert de Sel, franchira le Taurus à l'altitude de 900 m, et arrivera à Adana, ville de 45 000 habitants, qui est déjà reliée à la mer par un chemin de fer à voie étroite.

D'Adana, la nouvelle ligne passera par Hamidia, Killis et Tell Habesch; de cette dernière localité, un embranchement de 58 km de longueur ira à Alep (127 000 habitants). La ligne principale continuera à se diriger vers l'est, franchissant l'Euphrate et passant par Harran, Ras-el-Ain et Mossoul (61 000 habitants). De ce point, un embranchement de 32 km va rejoindre Orfa. De Mossoul, la ligne suit la rive droite du Tigre, passe par Tekrit et Sadija, d'où un embranchement se dirige vers la frontière persane, et atteint Houekin et Bagdad. De là le tracé passe à Nedjef et Zobeir pour arriver à Bassorah qui est le terminus. De Zobeir, un embranchement va rejoindre un point situé sur le Golfe Persique.

La nouveau chemin de fer aura, avec ses quatre embranchements, une longueur totale de 2 415 km. Le chemin de fer actuel d'Anatolie part, comme nous l'avons dit, de Haidar-Pacha, situé à 2 km au sud de Scutari, sur la mer de Marmara, presque en face de Constantinople et qui sera la tête de ligne du chemin de fer Constantinople-Bagdad; il y

aura un service de bateaux à vapeur pour relier le terminus à la capitale. Quant à l'autre terminus du côté de Bassorah, le point sera situé sur le Golfe Persique, à l'extrémité de l'embranchement venant de Zobeir; il n'est pas encore fixé, mais il n'est guère douteux que ce soit Koweit qui est un des ports les plus importants du Golfe et un centre commercial de la région de l'Arabie. Il reçoit des produits de tout le pays, savoir : chevaux, laine, peaux, etc., en échange de céréales, riz, café, tabacs, articles européens et produits manufacturés. Ce port arme plus de 120 bateaux à voiles pour la pêche près de Bakreia. Koweit a environ 25 000 habitants. Il possède un port naturel excellent qui peut recevoir les plus grands navires.

Le chemin de fer de Bagdad, en dehors de toute question politique, aura une importance considérable au point de vue international. Il établira une communication directe entre l'Europe et les Indes. Les malles partent de Londres allant par chemin de fer à Brindisi ou Naples et de là, par mer, aux Indes, en passant par le canal de Suez, mettent 14 jours et 16 heures en moyenne pour atteindre Bombay. Lorsque le nouveau chemin de fer sera construit, il ne faudra plus que 11 jours, ce qui fera gagner presque 4 jours. Il est probable que les 220 000 voyageurs qui passent tous les ans par le canal de Suez préféreront, du moins en grand nombre, prendre une route plus courte et éviter un long trajet par mer. Nous reproduisons ce qui précède du Supplément du *Scientific American*, lequel indique cet article comme ayant été écrit spécialement pour lui.

Le chemin de fer du Ricken. — Le chemin de fer du Ricken, en Suisse, actuellement en construction, n'attire pas l'attention par son développement qui n'est que de 14 500 m, mais il présente de l'intérêt en ce qu'il comporte un tunnel qui occupera le cinquième rang en Europe, au point de vue de la longueur qui sera de 8 604 m. Le tunnel du Ricken viendra donc immédiatement après le tunnel de l'Arlberg qui a 10 250 m et par conséquent après les tunnels du Mont-Cenis, du Gothard et du Simplon dont, comme on sait, les longueurs respectives sont de 12 223, 14 910 et 19 729 m. Le rang que viendra occuper le tunnel du Ricken appartient actuellement au souterrain de Ronco sur la ligne d'Alexandrie à Gênes, construit de 1883 à 1888 et dont la longueur est de 8 250 m. Nous avons parlé dans la Chronique de Février 1898, page 247, du souterrain du col de Tende, achevé en février 1898, après huit années de travail, qui a 8 100 m et occupera, par conséquent, le septième rang.

La ligne du Ricken a pour objet de mettre en communication directe le Toggenbourg avec les bassins de la Linth et du haut lac de Zurich. Il part de Utznach, station de la ligne Zurich-Sargans-Coire, et aboutit à Wattwyl, station de la ligne Frauenfeld-Wyl-Buchs.

Ce tronçon devait être exécuté par la Compagnie de l'Union Suisse, mai, les lignes de cette Compagnie ayant été rachetées par la Confédération, les travaux sont faits pour le compte des Chemins de fer fédéraux.

Utznach est à la cote de 414 m au-dessus de la mer; le tunnel com-

mence au kilomètre 4,29 à la cote 486,80, l'intervalle présente des déclivités maxima de 20 0/00. Le tunnel lui-même est en rampe continue de 15,75 jusqu'au point culminant situé à l'altitude de 624 m, de là on redescend à Wattwyl situé à 616,50 m par des pentes diverses dont le maximum est de 9 millièmes. Sur la longueur totale de la ligne, on trouve 6,31 0/0 en palier et 96,69 en déclivités. Le tracé est mieux partagé dans le sens horizontal, on trouve en effet 82,4 0/0 d'alignements droits, contre seulement 17,6 0/0 de courbes.

Les terrains traversés appartiennent à la formation molassique avec interposition de bancs de grés, on n'y rencontrera probablement ni schistes, ni gneiss, ni granit.

L'attaque se fait par les deux extrémités, mais on compte opérer la plus grande partie de la perforation du côté sud, c'est-à-dire du côté d'Utznach, pour éviter d'être envahi par l'eau. Le tunnel doit passer en effet sous le lit du torrent du Ricken qui est dans la partie nord, et des infiltrations sont possibles. On pense percer 6 900 m environ du côté sud et le reste, soit environ 2 100 m, du côté nord. Les travaux du chemins de fer sont estimés à un total de 11 800 000 f dont 8 360 000 pour le tunnel, ce qui porte le prix du mètre courant à 975 fr environ. On prévoit un délai d'exécution de 51 mois. Les travaux ont été adjugés à un consortium dans lequel nous trouvons les noms de deux membres de notre Société, M. A. Palaz, ingénieur à Lausanne, et M. P. Fougerolle, entrepreneur de travaux publics à Paris.

Les travaux ont été commencés à la fin de 1903. En attendant l'installation de la perforation mécanique, on a jusqu'ici procédé à la main. A la fin de mai, la galerie d'avancement avait au nord une longueur de 567,6 m et au sud de 477,6 m, total 1 045,2 m. Pendant le mois de juin on a fait 378,5 m au nord et 82,4 m au sud, total 460,9 m de sorte qu'à la fin de juin la longueur percée était, au nord de 946,1 m et au sud de 560 m, total 1 506,1 m. On n'a pas rencontré de difficultés sérieuses, les venues d'eau n'étant pas jusqu'ici importantes.

Au commencement de juillet, il s'est produit une grève parmi les ouvriers et, au moment où nous écrivons ces lignes, les travaux sont suspendus.

Matières agglomérantes pour la fabrication des briquettes. — Nous empruntons les détails suivants à une intéressante communication de M. R. Schorr faite devant l'*American Institute of Mining Engineers.*

Un bon agglomérant doit contribuer à la combustibilité et au pouvoir calorifique des briquettes, il doit être exempt de cendres et faire un aggloméré solide et compacte. Les substances organiques étant combustibles doivent être préférées aux matières inorganiques qui apportent nécessairement des cendres.

Agglomérants organiques. — Le goudron et les produits de sa distillation, les diverses espèces de brai, sont les agglomérants les plus employés. Dans la pratique européenne, on se sert surtout du brai sec; lorsqu'il est de bonne qualité, il contient de 75 à 80 0/0 de carbone et seulement de 0,25 à 0,50 0/0 de cendres, composition qui correspond à

un pouvoir calorique de 8000 calories. L'addition de 5 à 10 0/0 de brai comme agglomérant augmente la valeur calorifique du combustible de 2 à 4 0/0, suivant le pouvoir calorifique de la matière première. L'utilisation pour cet usage du goudron et du brai gras est d'une importance assez faible, parce que ces matières présentent divers inconvénients. La présence d'hydrocarbures légers amène la production de fumée et d'odeur, et il faut tenir les briquettes au frais, autrement elles se ramollissent et s'attachent au sol ou aux parois des soutes des navires, ce qui est assez gênant pour leur manipulation.

Le point de distillation des brais gras est d'environ 205° C. La densité du brai sec est de 1,2 à 1,3; ce brai est cassant et, pour s'en servir comme agglomérant, on le réduit en poudre fine et on le mélange à froid avec le charbon broyé. Le tout traverse un sécheur pour aller à la presse à briquettes. Dans quelques fabriques belges, on additionne le brai sec de 1 à 1,5 0/0 de goudron, mais les agglomérés ainsi obtenus brûlent en donnant de la fumée et de l'odeur.

Pour faire le brai, on se sert surtout de goudron de houille; le goudron obtenu des lignites, des schistes huileux et bitumineux a plus de valeur pour les fabriques d'huile minérale et de paraffine. Les goudrons de bois et de pétrole n'ont d'importance qu'au point de vue local.

Le goudron de houille ou coal tar est un sous-produit de la fabrication du gaz et du coke et, mais dans une faible mesure, est obtenu des gaz des hauts fourneaux brûlant de la houille crue.

La production du coal tar des fours à coke a été découverte par Stauf à Firchbach, en Allemagne, en 1768, mais ce n'est que depuis vingt-cinq ans qu'on a commencé à établir sur une grande échelle des fours à coke pour recueillir les sous-produits. La houille contient de 3 à 5 0/0 de goudron, suivant sa composition, et on obtient par la distillation du goudron environ 60 0/0 de brai sec. Si on estime que l'Europe produit actuellement 15 millions de tonnes de briquettes et qu'on y emploie comme agglomérant 7 0/0 de brai sec, on arrive à consommer plus d'un million de tonnes de cette matière. Ce poids correspond à celui de 1 600 000 tonnes de goudron pour lesquelles il faut réduire en coke 50 millions de tonnes de houille.

Le prix du brai est assez élevé; il coûte de 30 à 40 f la tonne en France, 50 en Allemagne, 40 à 50 en Angleterre, de sorte que le coût de la matière agglomérante est un des éléments les plus importants dans la fabrication des briquettes et on a songé depuis longtemps à lui trouver un remplaçant plus économique. Toutefois, aucune matière organique ou inorganique n'a encore réussi d'une manière un peu marquée; voici les plus importantes parmi celles qui ont été essayées.

Dextrine ou amidon. — L'amidon mis dans de l'eau chaude, surtout en présence d'une faible quantité d'acide sulfurique, devient visqueux. Les farines de riz avariées, les pommes de terre, certaines racines, comme le Cetraria Islandica, etc., contiennent de l'amidon et peuvent être utilisées dans le but dont il s'agit. La première patente pour ce mode d'opérer a été accordée à John Piddington en 1858; il employait 16 kg de farine et 8 0/0 d'eau par tonne de briquettes. Celles-ci devaient être

vapeur pendant 7 à 10 minutes au moins, et, si on se sert de brai sec, la température à la presse doit être encore de 100 à 150° C.; mais, si on emploie du brai gras, il ne faut pas que la température dépasse 40° C.

Les agglomérants secs et durs doivent être broyés et mélangés à froid avec le charbon, le mélange doit être séché si c'est nécessaire.

Quelquefois, cependant, le brai sec est fondu à part, comme cela se pratique avec les brais gras et l'asphalte. Dans ce cas, le charbon seul passe dans le sécheur et rencontre le brai dans le malaxeur où ils arrivent tous deux dans les proportions réglées d'avance au moyen de distributeurs.

Si le charbon est sec dans la mesure commerciale, il n'est nécessaire que de le chauffer à 65° C. pour que l'agglomérant reste suffisamment mou. On n'entrera pas dans le détail des systèmes de malaxeurs et de sécheurs dont il existe des quantités, et dont la description même succincte sortirait du cadre de cette note.

Le lignite et la tourbe peuvent être mis en briquettes sans le concours d'aucun agglomérant, au moyen de deux procédés différents, savoir : par voie sèche ou par voie humide.

Dans le procédé par voie sèche, la matière première est d'abord nettoyée, puis broyée, passée dans un appareil de dessiccation et, de là, dans la trémie d'une presse à fabriquer les briquettes. En sortant de la presse, les briquettes sont à une température élevée, et on les laisse refroidir avant de les mettre en tas ou en magasin.

Dans le procédé par voie humide, le malaxeur et la presse sont combinés dans un même appareil.

La production des fruits aux États-Unis et au Canada. — Un rapport du Consul des États-Unis au Havre donne d'intéressants détails sur l'importation en France de certaines espèces de fruits provenant des États-Unis.

A la suite des mauvaises récoltes de pommes des années 1902 et 1903, l'envoi en France des pommes sèches, tant pour la fabrication du cidre que pour les usages de la cuisine, a pris un développement considérable. Pour les pommes hachées, les chiffres avaient été de 3071 t en 1902, contre 1568 en 1901 et 4399 en 1900. Quant aux pommes pour la cuisine, aux pommes séchées, etc., les chiffres correspondants étaient de 241 t pour 1902, de 194 pour 1901 et de 402 pour 1900. Or, les huit premiers mois de 1903 ont donné, pour les pommes hachées pour le cidre, 6000 t, contre 1800 et 1300 pour les périodes correspondantes des deux années précédentes. Pour les pommes sèches, les huit premiers mois de 1903 ont donné un chiffre de 480 t, contre 110 et 134 dans les huit premiers mois des années précédentes.

Les pommes sèches de provenance américaine sont bien accueillies en France, et les mauvaises récoltes des dernières années paraissent devoir faciliter une importation régulière; ces produits se sont largement répandus, et ont pénétré dans des régions où ils étaient jusqu'ici tout à fait inconnus. On peut donc prévoir un développement sérieux de cette branche de commerce. Seulement, il est bon d'appeler l'attention des expéditeurs sur la nécessité de sécher soigneusement les pommes hachées

avant leur embarillage, parce qu'autrement elles sont exposées à se moisir. En général, on ne s'est pas plaint jusqu'ici, en France, de la qualité de ces produits.

Il est à regretter que les Américains ne fassent pas de plus grands efforts pour envoyer en France des pommes fraiches. Dans les années où la récolte est mauvaise, comme les deux dernières, il y aurait un débouché assuré pour les excellents fruits que produisent les États de l'Est.

Le droit de 3 f par 100 kg à l'entrée en France pour l'importation directe ne peut être un obstacle sérieux, d'autant plus que d'autres pays envoient de grandes quantités de ces fruits. Ainsi, les importations en France de pommes et de poires fraiches se sont élévées en 1902 à 10 158 t contre 4 260 en 1891 et 5 536 en 1900. Sur ce total, une quantité absolument insignifiante a été reçue, au Havre, des États-Unis.

Le rapport dont nous nous occupons croit qu'il y aurait en France un débouché important pour le cidre américain, et son auteur se met à la disposition des producteurs des États Unis qui voudraient tenter l'introduction de cette boisson.

Un autre rapport, fait par le consul des États-Unis à Hamilton (Canada), contient des renseignements sur la production des fruits dans certains districts de ce pays, tels que celui de Hamilton, qui est en outre placé d'une manière particulièrement favorable au point de vue des expéditions.

Le district de Niagara a environ 80 km de longueur sur une largeur moyenne de 15, mais, dans certains endroits, la production des fruits est concentrée sur une largeur d'à peine 3 km. Il y vient à profusion pommes, poires, cerises, pêches, prunes, raisins et petits fruits de toute espèce. Les pommes surtout sont d'un bon rapport, parce que la récolte manque très rarement et qu'il y a toujours une demande de l'étranger pour le surplus de la consommation intérieure.

En 1903, la recette a été bonne et les pommes se sont vendues environ 10 f le baril de trois boisseaux, mais les fruits de choix, du poids de 250 g au moins, emballés en boites d'un boisseau, ont atteint le prix de 5 f la boite. Les belles pommes, destinées aux marchés anglais, sont examinées une à une et toutes celles qui présentent la moindre tache sont mises de côté. Chaque fruit est enveloppé de papier, comme on fait pour les oranges de Californie, et on les met par rangées dans les boites avec toutes les précautions nécessaires pour éviter les meurtrissures.

M. Linus Wolverton, qui habite près de Grimsby, a une très grande ferme pour la production du fruit; 20 ha sont consacrés à la culture des pommes. Il a fait une étude approfondie de la production du fruit, ayant été pendant longtemps secrétaire de l'Association des producteurs de fruits de l'Ontario. L'auteur du rapport a obtenu de lui divers renseignements qui peuvent être fort utiles à cette industrie. M. Linus Wolverton recommande à ceux qui s'y livrent de veiller très soigneusement à l'emballage des produits pour les marchés étrangers; il y a toujours un débouché assuré de ce côté et on peut obtenir des prix très supérieurs à ceux qu'on a dans le pays. Les pommes enveloppées dans du papier et rangées dans des boites rapportent toujours plus à l'ex-

péditeur que les fruits mis simplement dans des tonneaux, comme d'habitude. Certaines expéditions faites par l'auteur de ces renseignements, aux marchés anglais, de fruits mis en caisses lui ont rapporté, tous frais payés, jusqu'à 7,50 f par boisseau.

Les pommes et les poires sont les fruits les plus avantageux pour l'exportation. Il y a beaucoup plus d'incertitude avec les prunes et les pêches, ces fruits rapportent s'ils arrivent en bon état, mais il n'y a guère que les variétés les plus dures qui puissent supporter le transport.

Les armateurs canadiens ont établi sur leurs navires des installations frigorifiques avec ventilation, pour le transport des fruits; et, au début, le gouvernement les a encouragés par des subventions. Les fruits tombés et les poires sont généralement transportés dans les chambres frigorifiques, mais les fruits d'hiver peuvent, sans inconvénient, être transportés dans les cales des navires avec la précaution de renouveler l'air avec des ventilateurs. Il a été reconnu que la principale cause de la pourriture des fruits transportés par les moyens ordinaires est l'humidité de l'air confiné dans les cales des navires à vapeur. La ventilation assure le renouvellement de l'air et abaisse la température, et, par conséquent, remédie à l'inconvénient signalé.

On charge les fruits de choix et les poires, emballés en caisses, dans les chambres à froid, et on place les mêmes fruits de qualité ordinaire, emballés dans des tonneaux, dans les cales ventilées. Il y a une différence considérable pour le fret entre les deux systèmes. Il y a des cas où un chargement fait de l'une ou de l'autre manière arrive en mauvais état, ce fait tient presque toujours à ce qu'on a négligé de maintenir la température constante. Le fruit est, le plus souvent, emballé avant d'être complétement mûr, et la température doit être réglée entre 5 et 10° C., jamais plus, si on veut que les fruits arrivent en bon état.

Un chargement de fruits met, en général, douze jours pour aller de Hamilton à Liverpool. L'année dernière, les envois de poires supérieures, dont la meilleure espèce est la Bartlett, ont rapporté net aux expéditeurs, emballées en boites d'un demi-boisseau, 7,50 f par boite. On ne peut expédier les raisins que dans des chambres frigorifiques et, si on veille à faire les emballages soigneusement, c'est une source de sérieux profits.

Le dépérissement des métaux. — Une communication, accompagnée de projections micrographiques, a été faite récemment devant l'*Institution of Civil Engineers*, par MM. James Tyler Milton et William J. Lake, sur la question du dépérissement des métaux (The Decay of Metals).

Les auteurs exposent que, dans bien des cas, dans la construction des machines, le choix des matières est déterminé plutôt par leur plus grande durée dans les conditions du travail à exécuter que par leur résistance aux efforts; on est ainsi conduit à employer une matière plus coûteuse et moins résistante, parce qu'elle sera moins exposée à la corrosion. On en trouve un exemple dans l'emploi qu'on fait du bronze, cuivre et alliages de ce métal à la place du fer et de l'acier plus résistants aux efforts exercés sur eux, mais moins à certaines actions. Il ne s'agit pas

ici de l'oxydation proprement dite, mais d'une détérioration qui se produit par des causes tant soit peu obscures. C'est ce genre de détérioration qu'on peut appeler dépérissement.

On peut donner les exemples suivants de ce dépérissement :

1. Le piquage des tubes des condenseurs à surface, qui est une cause fréquente d'ennuis dans les machines marines.

2. La détérioration des boulons en cuivre ou en bronze dans les coques des navires composites et dans les parties immergées des navires en fer ou en acier.

3. La détérioration des soudures dans les conduites de vapeur en cuivre.

4. Le dépérissement, distingué de l'oxydation, de la fonte employée dans certaines parties des machines marines et aussi dans des pièces en contact fréquent ou continuel avec l'eau de mer.

5. La détérioration d'hélices faites avec certains bronzes, installées sur des navires doublés en cuivre.

Une particularité observée dans ce genre de dépérissement des métaux est qu'il est, en quelque sorte, irrégulier; il est très accentué dans certains cas et très peu dans d'autres, bien que les conditions soient sensiblement les mêmes. L'effet est quelquefois très considérable avant qu'on s'en soit aperçu, parce que souvent le métal détérioré conserve son apparence extérieure primitive.

On peut formuler quelques conclusions, à cet égard, sous la forme suivante :

1. Le dépérissement se rencontre plus fréquemment dans les métaux qui ont une structure complexe, que dans ceux dont la constitution est relativement homogène.

2. Le dépérissement est dû à une action moins énergique ou plus lente que la corrosion ; et cette action ne s'exerce que sur une partie des constituants du métal, alors que la corrosion agit sur la totalité.

3. Le dépérissement et la corrosion peuvent résulter tous les deux d'une action chimique ou d'une action chimique combinée avec une action électrolytique.

4. Le piquage, qui est une corrosion locale intense, est souvent dû à une ségrégation locale des impuretés restées dans le métal, mais il peut provenir aussi de conditions favorables fournies par des irrégularités partielles de la surface ou de la structure amenant des irrégularités locales dans la distribution des courants galvaniques.

5. Pour les alliages de cuivre exposés à l'eau de mer, l'étain joue un rôle nettement préservatif, tandis que le plomb et le fer sont nuisibles, rendant l'alliage beaucoup plus sujet à la corrosion. On doit s'attacher à abaisser le plus possible la proportion de ces deux métaux dans les alliages exposés à être en contact avec l'eau de mer.

6. Pour rendre l'effet de la corrosion le plus faible possible, on doit chercher à rendre les surfaces intérieures des tubes de condenseurs lisses et uniformes ; à cet effet, les manchons coulés desquels on les étire,

doivent être alésés intérieurement soit avant l'étirage, soit lorsque celui-ci a déjà été partiellement effectué.

7. Les expériences faites avec l'application de courants électriques font voir que l'action électrolytique seule, même avec des courants d'une intensité très faible, peut produire des effets très marqués de corrosion ou de détérioration sur les métaux. On doit s'appliquer à préserver ceux-ci de ces effets par une isolation aussi parfaite que possible des conducteurs d'électricité. Si on ne peut empêcher l'action galvanique de se produire, il faut neutraliser l'effet des courants par l'introduction de plaques de zinc dans le circuit en les disposant de manière à jouer le rôle de pôle négatif par rapport aux autres métaux.

Les obus à huile. — Les navigateurs primitifs avaient plus à redouter que ceux d'aujourd'hui les conséquences des perturbations de la mer, à cause de la petitesse et de la fragilité de leurs embarcations. Aussi n'est-il pas étonnant que les sages de l'époque eussent découvert la propriété que possède l'huile de calmer l'agitation de la mer. Son emploi dans ce but était déjà connu il y a deux mille ans et la tradition s'en est transmise jusqu'à nous. Mais il est probable que le prix élevé des huiles animales et végétales a dû restreindre, dans une large mesure, l'application de ce procédé. Il n'en est pas de même depuis que les huiles minérales sont arrivées à profusion sur le marché et l'efficacité de l'emploi de l'huile pour calmer l'agitation de la mer n'est plus discutée aujourd'hui.

Seulement, si on possède un moyen de protection efficace contre les vagues, il n'est pas toujours facile de s'en servir, et le problème relatif à l'application n'est pas encore complètement résolu. En effet, il est relativement aisé de protéger un navire désemparé ou battu par la tempête en traînant des sacs pleins d'huile à la remorque pour empêcher les vagues de l'assaillir par l'arrière, mais il l'est beaucoup moins de garantir un navire en marche contre les lames venant sur lui.

On a eu l'idée d'employer, dans ce cas, des espèces d'obus pleins d'huile et projetés à une certaine distance par un canon, ces obus éclatant de manière à répandre l'huile à la surface des flots; le point délicat est d'assurer la répartition de l'huile. On a employé des obus avec une partie explosive à une extrémité et une fusée à temps ou un détonateur pour déterminer l'explosion; le succès a été médiocre et, de plus la juxtaposition d'huile et d'un mélange explosible présente des dangers en cas d'explosion prématurée ce qui est toujours possible. Ces inconvénients ont conduit à l'emploi d'obus en bois non explosifs, mais construits de manière à pouvoir se briser facilement en frappant l'eau violemment. Souvent c'est le fond qui doit se briser en laissant une large ouverture à l'échappement de l'huile; à cet effet il est en étoffe imperméable ou même en papier couvert de glu pour empêcher l'absorption de l'huile. Un choc assez faible suffit pour crever ce papier. Aussi le fond en papier est-il, en temps ordinaire, protégé par un couvercle métallique qu'on ôte au moment de se servir du projectile.

Un autre système, inférieur au précédent, consiste à fermer le cylindre contenant l'huile par une pâte gélatineuse soluble dans l'eau qui doit se

fondre à son contact et livrer passage à l'huile, mais le temps que nécessitera cette dissolution est très variable et c'est là le défaut du procédé. Le fond est lesté de manière que l'obus se tienne debout sur l'eau et que l'huile se disperse sur la surface par le mouvement même des vagues. Pour se servir de ces engins pendant la nuit, on les munit d'une fusée qui, en brûlant, indique l'endroit où ils sont tombés. Il semble qu'on n'ait pas encore trouvé la perfection dans cette voie, si on en juge par le nombre des patentes d'invention qu'on prend continuellement pour des appareils de ce genre.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

JUIN 1904.

Rapports sur les comptes de l'exercice 1903.

Rapport de M. L. MASSON sur une communication de M. SOSNOWSKI relative aux **pompes centrifuges de Laval** à haute pression.

Nous renverrons, pour cette question, à la communication de l'auteur insérée dans le Bulletin de février 1904, page 233, de notre Société.

Les pompes centrifuges à grande élévation du système Rateau, par M. REY.

Nous renverrons également, pour cette question, au mémoire de l'auteur inséré dans le Bulletin d'avril 1904, page 497, de notre Société.

Congrès national de la propriété industrielle en mars 1904. — Compte rendu des travaux, par M. Victor LEGRAND.

Sur **le brillant soyeux du coton mercerisé**, d'après MM. J. HÜBNER et William J. POPE. (Extrait du *Journal of the Chemical Industry.)*

On sait que la mercerisation (du nom du chimiste anglais Mercer) consiste à traiter la fibre de coton par la soude caustique. On constata plus tard que si, en même temps qu'on mercerise la fibre, on la soumet à une opération d'étirage, cette fibre prend un éclat brillant tout particulier. On a beaucoup discuté sur la cause de cet éclat soyeux. Les auteurs, après avoir passé en revue les diverses explications, démontrent que la production d'un brillant soyeux sur le fil de coton traité sous tension par divers réactifs dépend à un haut degré de la propriété que cette fibre possède de se tordre, propriété observée par eux pour la première fois et de celles qu'elle a de se gonfler et de se rétrécir, propriétés déjà connues.

Notes de mécanique. — Nous trouvons, dans ces notes, la description de la fabrication des roues de wagons d'après M. H. von Z. Loos, une étude sur l'isolation des conduites de vapeur et la suite de la note de M. W. Gentsch sur les Moulins à vent.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

1er trimestre de 1904.

Notice nécrologique sur **Édouard Weisgerber**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, par M. Paul Étienne, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Note sur **les siphons du Tréport**, par M. Herzog, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Des travaux ayant pour objet la construction d'un bassin à flot au Tréport ont amené la suppression, sur plus d'un kilomètre de longueur, de la partie inférieure du Canal d'Eu à la mer et le débouché de la Bresle canalisée, non plus dans l'avant-port, mais dans le nouveau bassin dont les portes restent fermées aux environs des hautes mers. Il a donc fallu donner à la rivière un autre débouché pour éviter des gonflements dangereux pour les propriétés riveraines. Après une étude approfondie des moyens de créer ce débouché, on a décidé de recourir à l'établissement de siphons analogues à ceux qui existent à Trouville et à Honfleur.

Ces siphons sont au nombre de quatre, dont deux amorceurs disposés normalement à l'axe du canal. Leur diamètre est de 0,80 m. On les a calculés pour s'amorcer en 20 minutes et débiter ensemble 6,60 m^3 par seconde, c'est-à-dire largement le débit maximum ordinaire de la Bresle. Mais pour parer aux crues, on a dû recourir à l'emploi d'un gros siphon aqueduc amorcé par les précédents ; son diamètre est de 1,30 m. L'ensemble de ces cinq siphons peut débiter 10,75 m^3 par seconde.

Les résultats obtenus ont été très satisfaisants.

Note sur **le matage des joints de clavage dans les voûtes en maçonnerie**, par M. Tourtay, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

On adopte fréquemment, depuis quelques années, le mode de construction des grandes voûtes en plusieurs tronçons avec matage énergique des joints de clavage en mortier contenant une assez faible proportion d'eau pour ne pas se ramollir au battage. Il est intéressant de se rendre compte de la pression qu'on peut créer dans les maçonneries par ce matage des joints. On a, dans ce but, procédé à des expériences au moyen d'un appareil dû à M. Mesnager, chef du service du laboratoire à l'Ecole des Ponts et Chaussées. Cet appareil comporte deux blocs de pierre de Comblanchien de 0,50 m de côté et 0,30 m d'épaisseur laissant entre eux une distance de 15 mm pour le joint. Ils sont réunis par des tirants en fer dont on peut mesurer l'allongement sous l'effort produit par le matage du joint.

On a constaté qu'on peut développer par le bourrage énergique des joints d'une épaisseur régulière d'environ 15 mm des pressions de 15 à 16 kg par centimètre carré, à la condition de ne pas employer des mortiers

trop riches. Si la proportion de ciment ou de chaux augmente, le mortier est plus plastique et la pression obtenue est moindre.

En somme, les résultats obtenus justifient la méthode de construction des grandes voûtes par tronçons isolés avec matage énergique des joints au mortier pulvérulent. Ce mode d'établissement a été déjà appliqué à un certain nombre de grands ponts et a donné des résultats très satisfaisants.

Note sur **les travaux de réfection des têtes des formes de radoub nos 1 et 2 du port de Dunkerque**, par M. LAHAUSSOIS, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Ces formes, construites de 1878 à 1882, sont rapidement devenues le siège de phénomènes de décomposition des mortiers dus à l'action de l'eau de mer. On a cherché à y parer par la réfection des parements les plus endommagés, mais sans succès. On a dû démolir les deux bajoyers de chaque forme et les reconstruire en entier jusqu'au béton des fondations.

On a recouru, par ce travail, à l'emploi d'un caisson mobile recouvrant à la fois le radier et les deux bajoyers de la tête d'une même forme. Ce caisson avait des dimensions considérables, 29 m de longueur, 13,50 m de largeur et 3,60 m de hauteur dans la partie centrale. Il pesait 220 tonnes, et 1 274 lesté. Il était suspendu par des chaînages à une plateforme de manœuvre. On y travaillait à l'air comprimé.

Les travées de réfection des têtes des formes nos 1 et 2 ont duré trente-huit jours, non compris le temps nécessaire pour la construction du caisson mobile. L'ensemble des travaux de réparation des formes a donné lieu à une dépense d'environ 1 800 000 f dont 585 000 pour la réfection de la tête de la forme n° 1 et 285 000 f pour la réfection de la tête de la forme n° 2. Le reste de la dépense totale concerne des travaux de démolition et la reconstruction du mur de quai du bassin dans lequel débouchent les formes nos 1, 2 et 3.

(A suivre.)

ANNALES DES MINES

3e livraison de 1904.

Note sur **les chemins de fer à traction électrique de l'Italie septentrionale**, par M. VANDEVILLE, Ingénieur des Mines.

L'auteur s'est proposé, dans ce travail, de faire surtout connaître les difficultés qu'on a rencontrées dans les exploitations dont il s'occupe et les avantages et inconvénients des divers systèmes employés ; il donne également une comparaison sommaire entre la traction électrique et la traction par la vapeur.

Les lignes étudiées sont : la ligne de Milan à Porto Ceresio, exploitée par l'électricité seulement ; pour les trains légers de voyageurs, on y

emploie des voitures automotrices recevant le courant continu à 650 volts par troisième rail, et la ligne de Lecco à Sondrio et de Colico à Chiavenna où le service des voyageurs est fait par des automobiles et celui des marchandises par des locomotives électriques; le courant triphasé à 3000 volts arrive par fils aériens.

La note discute les avantages et les inconvénients des deux systèmes employés dans les exemples ci-dessus et ne conclut pas, d'une manière générale, à la supériorité de l'un sur l'autre, car la solution à adopter doit varier suivant le genre de service qu'on veut assurer.

Tout au plus peut-on conclure en faveur des courants alternatifs à cause de l'emploi qu'ils permettent de tensions très élevées et cela seulement lorsqu'il s'agit de transporter à de grandes distances des quantités d'énergie considérables.

Quant à l'emploi de la traction électrique, il présente certainement des avantages, surtout au point de vue du transport des voyageurs, parce que l'usage d'automobiles permet d'utiliser dans les meilleures conditions le poids mort transporté.

Développements récents des **industries minières et métallurgiques en Colombie britannique**, par M. A. Vicaire, Ingénieur des Mines.

Le mémoire, après quelques mots sur le développement des voies ferrées dans la Colombie britannique, passe en revue, successivement, le bassin houiller de Crow's Nest Pass, puis les mines métalliques du Kootenay Oriental, du Kootenay Occidental et du Boundary, pour terminer par quelques considérations sur les nouvelles mines de cuivre de la côte du Pacifique. Les mines du Kootenay sont surtout des mines de plomb et de cuivre et comme le minerai est généralement pauvre et ne peut supporter le transport à grande distance, on a été conduit à établir sur place des usines pour le traitement métallurgique, ce que permet le voisinage du combustible.

On peut dire que l'industrie minière est à peu près la seule source de richesse de la Colombie britannique, le produit des mines représente, en effet, 73,4 0/0 du revenu brut total de la province. Mais les mines supportent des impôts considérables et, de plus, elles doivent payer tous leurs frais d'établissement et les frais généraux des chemins de fer. Il en résulte que les transports sont plus chers qu'ils ne seraient si le pays possédait une industrie agricole en rapport avec son industrie minière.

Statistique de l'industrie minérale de la France. — Tableaux comparatifs de la production des combustibles minéraux, des fontes, fers et aciers en 1902 et 1903.

Il a été extrait, en 1903, 35 003 000 t de combustibles minéraux, dont 34 317 500 t de houille et anthracite et 685 500 t de lignites; ce total est en augmentation de 5 millions de tonnes sur le total de 1902, qui était, lui, inférieur de 2 millions de tonnes au chiffre de production de 1901.

Le Nord et le Pas-de-Calais ont produit ensemble 22 millions de tonnes, chiffre notablement supérieur à celui de 1902 qui n'avait été que de 18 millions. Après eux viennent la Loire avec 3 600 000, le Gard avec 1 860 000 et Saône-et-Loire avec 1 800 000.

Pour le lignite, le bassin du Fuveau a produit 578 000 t, sur un total de 685 500; il y a augmentation de 47 000 t sur l'année précédente; après vient le bassin de Manosque pour 43 000 t et le bassin du Gard pour 16 700 t.

La production totale de la fonte s'est élevée, pour 1903, à un chiffre de 2 828 000 t, supérieur de 423 000 t au total de l'année précédente. Sur ce chiffre, on trouve 2 810 000 t de fonte au coke, 8 000 t de fonte au bois et 10 000 t de fonte mixte. La fonte au bois est en diminution de 5 200 t environ sur 1902. Le département de Meurthe-et-Moselle tient la tête pour la production de la fonte, avec 1 888 000 t; après, vient le Nord avec 282 000 t, Saône-et-Loire avec 87 000 t et le Pas-de-Calais avec 85 000 t.

La production de fer a été de 596 000 t, ce chiffre est en diminution de 43 700 t sur la production de 1902. Sur ce total, on trouve 384 500 t de fer puddlé, 6 390 t de fer affiné au charbon de bois et 205 000 de fer obtenu par rechauffage de vieux fers et riblons. La production des rails en fer a été de 123 t seulement, contre 320 t en 1902. C'est toujours le département du Nord qui a la plus grande production de fer avec 234 000 t; après, viennent les Ardennes avec 88 000 t, la Haute-Marne avec 48 000 t, Meurthe-et-Moselle avec 38 000 et la Seine avec 31 000 t (contre 38 000 en 1902) obtenues par réchauffage de vieux fers.

La production d'acier en lingots a été de 1 854 600 t, en augmentation de 286 000 t sur la production de 1902. Sur ce chiffre, il y a 1 173 000 t d'acier Bessemer et 681 600 t d'acier Martin.

La production des aciers ouvrés a été de 1 246 000 t, sur lesquels figurent 274 000 t de tôles et 274 000 t de rails.

L'acier fondu au creuset compte 12 500 t, chiffre sensiblement égal à celui de l'année précédente. Meurthe-et-Moselle a produit 857 000 t de lingots, le Nord 290 000 t et Saône-et-Loire 148 000 t; ces chiffres représentent une forte augmentation par rapport à ceux de 1902.

4me livraison de 1904.

Note sur **les affaissements produits en Meurthe-et-Moselle par l'exploitation du sel,** par M. L. BAILLY, Ingénieur des Mines.

Dans un article paru précédemment dans les *Annales des Mines*, voir *Comptes rendus* du Bulletin de janvier 1904, page 128, l'auteur avait traité la question des affaissements produits dans le Cheshire (Angleterre), par l'exploitation du sel, en faisant allusion à une situation analogue qui pouvait se présenter d'un jour à l'autre en Meurthe-et-Moselle.

Dans l'article dont nous nous occupons ici, il expose cette dernière situation, la compare à la situation anglaise parvenue à un état plus

avancé de développement et signale les mesures pratiquées ou proposées, soit pour prévenir, soit pour réparer les dommages; ces mesures diffèrent, naturellement, selon la nature des exploitations, mais l'auteur paraît considérer les affaissements dont il s'agit (en Meurthe-et-Moselle) comme très bénins et ne justifiant nullement les craintes souvent manifestées à leur sujet. Il est d'avis qu'on peut se passer, à leur égard, de mesures préventives autres qu'un rayon de protection très restreint dans certains cas qui se présentent dans la basse Meurthe et qu'au point de vue des dommages, il est assez facile de limiter et de préciser les responsabilités, la proportionnalité de la responsabilité à l'extraction paraissant constituer une base simple et équitable.

Pour la Chronique et les Comptes rendus :

A. MALLET.

BIBLIOGRAPHIE

IIe SECTION

Le Tourisme en Automobile, par M. L. Auscher, Ingénieur E. C. P. (1)

Le Tourisme en Automobile est à la fois un manuel du routier et l'exposé des vœux du grand tourisme. C'est un ouvrage d'actualité, écrit par un professionnel, qui, son travail fini, va se reposer en découvrant son pays.

M. Auscher a vu les débuts de cette industrie aujourd'hui si florissante, et il a noté jour par jour les désidérata des chauffeurs, au milieu desquels il vit. Son expérience de touriste, qui a parcouru la France dans tous les sens, et son jugement d'ingénieur particulièrement compétent en fait d'automobiles, ont permis à M. Auscher d'attribuer à toutes les remarques recueillies l'appréciation de leur valeur.

Il a fait ressortir, avec raison, combien le touriste est porté à ne plus se contenter des véhicules légers, ouverts à tous les vents. Le touriste exige de jour en jour plus de confort et bientôt les grandes voitures devront être, comme luxe et comme commodité, comparables aux compartiments des voitures des chemins de fer.

Une étude spéciale est consacrée à l'utilité de la création des centres de tourisme; à l'établissement des cartes routières; au transport des véhicules et à d'autres questions d'intérêt général.

Nous constatons avec satisfaction, que depuis la publication du livre dont nous parlons, le nouveau tarif pour le transport des voitures a été homologué par les pouvoirs publics.

Un chapitre très documenté est consacré à l'un des facteurs les plus importants pour le développement du tourisme, c'est-à-dire à la route. Nos belles routes ont certes beaucoup contribué à la création d'une industrie nouvelle, source de richesses nationales. L'auteur fournit des renseignements fort intéressants sur les nouveaux procédés d'entretien des routes, mis en pratique en vue de l'automobilisme, tels que goudronnage, pétrolage, etc.; et sur les signaux destinés à augmenter la sécurité de la circulation sur les routes,

La lecture du livre de M. Auscher, *le Tourisme en Automobile*, est à la fois profitable et agréable.

E. P.

(1) In-8, 240 × 150 de x-463 pages avec 140 figures. Paris, Ve Ch. Dunod, 1904. Prix broché, 7 fr. 50.

IIIe SECTION

Les moteurs à gaz modernes et leurs moyens d'alimentation (1), par R. Mathot.

Sous ce titre, la librairie Béranger vient de publier une petite brochure bien modeste d'allures, mais renfermant sous une forme très condensée tout ce que l'on peut dire d'intéressant sur les moteurs à gaz et leurs importants progrès dans ces dernières années, y compris les gazogènes et l'utilisation des gaz des hauts fourneaux. C'est un tirage à part d'une conférence faite par l'auteur, M. Mathot, à l'Association des Ingénieurs sortis de l'école de Liège le 19 mars 1904, et publiée dans la *Revue Universelle des Mines* en avril 1904 (t. VI, 4e série).

On peut recommander la lecture de cette conférence aux personnes qui veulent se mettre rapidement au courant de la question si actuelle et si intéressante des moteurs à gaz.

A. M.

Sciences et arts militaires (2), par E. Dardart, ancien officier d'administration du génie territorial, et le capitaine X... de l'infanterie coloniale.

Cet ouvrage, qui fait partie de la bibliothèque du Conducteur de Travaux Publics, constitue, sous une forme très condensée, une véritable encyclopédie militaire.

Les parties relatives au recrutement, à l'organisation des armées françaises et étrangères, au service en campagne, donnent une foule de renseignements utiles à connaître pour tous.

Les questions de matériel et d'armement, qui occupent la plus grande partie de l'ouvrage, y sont traitées d'une manière qui fait honneur à la compétence des auteurs. C'est un véritable tour de force d'avoir pu donner, sous un aussi petit volume, et sans nuire à la clarté du sujet, une quantité de renseignements, dont quelques-uns sont complètement inédits, sur les matériels et sur les munitions employées en France et à l'étranger.

L'organisation des transports militaires, celle des services administratifs et du service de santé, un aperçu du droit militaire et du droit de la guerre d'après les dernières décisions de la conférence de La Haye, terminent ce volume qui mérite de prendre place, non seulement dans la bibliothèque des Conducteurs de Travaux Publics, mais dans toutes les bibliothèques.

(1) In-8°, 210 × 135, de 31 p., avec 8 fig. Paris, Ch. Béranger, 1904. Prix, broché, 1,50 f.

(2) In-16, 185 × 120, de VIII-669 p., avec 401 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix, relié, 12 f.

Application of seismographs to the measurement of the vibration of railway carriages (1), par F. Omori, membre du Comité impérial d'étude des tremblements de terre. — Ex. : Publications of the Earthquake Investigation Committee in foreign Languages. N° 15. Tokyo 1904.

Les séismographes ou appareils destinés à enregistrer les vibrations de la terre (tremblements de terre) sont faits de telle sorte qu'ils puissent indiquer le sens des vibrations et leur amplitude. Il était naturel que l'idée vint de les utiliser pour l'enregistrement des vibrations produites par les trains en marche. C'est le professeur John Milne, bien connu par ses beaux et nombreux travaux sur les tremblements de terre du Japon, qui a, le premier, utilisé cette méthode; mais elle a été reprise et perfectionnée par M. F. Omori. Après avoir étudié ainsi les vibrations dans les ponts de chemins de fer, il a employé la même méthode à l'étude des vibrations dans les wagons des trains en marche. Les appareils dont il fait usage sont au nombre de deux : l'un inscrit les vibrations verticales, l'autre les vibrations horizontales.

De nombreuses expériences ont été faites sur plusieurs lignes de chemins de fer du Japon et dans des circonstances différentes de manière à établir :

a) L'amplitude et la durée des vibrations;

b) La différence de mouvements lorsque le train passe sur des ponts ou sur la voie courante;

c) L'effet des joints des rails sur les vibrations;

d) La relation entre les vibrations et la vitesse des trains;

e) L'effet des courbes sur les vibrations;

f) L'influence des vibrations sur le renversement des wagons.

Les résultats donnés pour chaque expérience sont intéressants, mais l'auteur ne dit pas quelles sont les conclusions à en tirer au point de vue pratique et celles-ci ne ressortent pas de la lecture de ce mémoire fait d'ailleurs avec grand soin.

IVe SECTION

Les amalgames et leurs applications (1),
par Léon de Mortillet, Ingénieur des Arts et Manufactures.

L'auteur expose que son but principal a été de coordonner et de condenser les données éparses et relatives aux combinaisons du mercure avec les métaux.

Après avoir défini le terme amalgame, l'auteur développe, dans le chapitre Ier, les règles de préparation des amalgames et leurs propriétés générales. Il divise ensuite l'étude des amalgames en deux autres cha-

(1) In-8°, 260 × 180 de 72-15 pages, avec 8 planches. Tokyo 1904.

(1) In-8°, 250 × 165, de 52 p. Paris, Bernard Tignol. Prix, broché, 2 f.

pitres et il indique les modes de préparation, les propriétés et les usages de chacun d'eux.

Chapitre II. — Amalgames des métaux légers de :

Potassium, sodium, ammonium, baryum, strontium, calcium, magnésium, aluminium.

Chapitre III. — Amalgames de métaux lourds de :

Cadmium, zinc, manganèse, fer, cobalt, nickel, antimoine, étain, cuivre, plomb, bismuth, argent, or, platine, palladium.

Cet ouvrage, très condensé et très précis, comble une lacune et sera certainement très apprécié par suite du développement considérable que prennent et prendront les emplois des amalgames dans la pratique et dans l'industrie.

P. P.

VI[e] SECTION

Les câbles sous-marins, travaux en mer (1), par M. Gay.

Ce volume complète le très intéressant ouvrage de l'auteur sur les câbles sous-marins.

Dans la première partie de son travail, M. Gay avait traité de la fabrication des câbles. Le second volume fait connaître l'organisation d'un navire de pose, les opérations complexes, délicates et hasardeuses de la pose du câble à la mer et de l'atterrissement.

Les essais des câbles, leurs propriétés électriques, les principes sur lesquels sont construits les récepteurs et les transmetteurs, les défauts et réparations sont exposés dans les chapitres suivants. L'historique de la création de l'industrie des câbles sous-marins termine fort heureusement l'œuvre si attrayante par son sujet et par sa forme que M. Gay a publiée.

A. Bochet.

(1) In-8°, 190 × 120, de 192 p. Paris, Gauthier-Villars; Masson et C[ie], 1904. Prix, broché, 2,50 f.

Le Secrétaire Administratif, Gérant,

A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 13612-7-04. — (Encre Lorilleux)



EXCURSION

ORGANISÉE PAR LA SOCIÉTÉ

DANS LE

BASSIN DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS
ET A L'EXPOSITION D'ARRAS

DU 9 AU 12 JUIN 1904

L'excursion dans le Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais s'est effectuée dans des conditions exceptionnellement favorables, qui ont permis à cent deux de nos Collègues de visiter en peu de temps les importantes et intéressantes exploitations des Compagnies d'Anzin, de Bruay, de Lens et de Marles, ainsi que l'Exposition d'Arras.

La Compagnie des Chemins de fer du Nord avait eu l'attention délicate de mettre un train spécial à la disposition des excursionnistes, pendant les quatre jours qu'a duré le voyage, du 9 au 12 juin, ce qui a procuré à chacun la double satisfaction de voyager rapidement, et de voir ainsi beaucoup de choses dans le minimum de temps en rayonnant de Lille.

L'emploi de la première journée, celle du 9 juin, comportait la visite des Mines d'Anzin ; les Membres de la Société, partis à 8 heures du matin de Paris et transportés sans arrêt jusqu'à la gare de Somain, y furent reçus par M. François, Directeur général de la Compagnie des Mines d'Anzin, qui les conduisit, par un train spécial de cette Compagnie, à Anzin, en leur montrant au passage les principales installations parcourues par la voie ferrée.

A Anzin, M. Casimir-Perier, Président du Conseil de Régie, venu exprès de Paris, a fait aux excursionnistes l'honneur de les recevoir, accompagné de M. le Baron de La Grange, de notre distingué Collègue M. Agache, Régisseurs d'Anzin, et du haut personnel de la Compagnie : M. de Forcade, Secrétaire général, MM. Saclier, Ingénieur en chef des travaux du fond, Darphin, Ingénieur en chef des travaux du jour, Parent, chef des fabrications, etc.

L'excellente harmonie des Mineurs d'Anzin avait salué l'ar-

rivée des voyageurs en exécutant les meilleurs morceaux de son répertoire et s'est fait entendre pendant le banquet qui fut offert par la Compagnie à l'arrivée à Anzin. M. Casimir-Perier, à la fin du repas, a souhaité la bienvenue à la Société des Ingénieurs Civils de France, dans un toast charmant au cours duquel il a fait ressortir dans le style élevé qui lui est familier, combien sont considérables les services rendus à la grande industrie par la Société des Ingénieurs Civils de France.

Toast de M. Casimir-Perier,
Président du Conseil de Régie de la Compagnie des Mines d'Anzin,
à Anzin.

Monsieur le Président,

Messieurs,

Vous aimez mieux l'action que la parole. Vingt ans de vie parlementaire m'autorisent à vous en féliciter; au surplus, si vous avez eu la bonne pensée de venir jusqu'ici, ce n'est pas pour entendre ce que nous pouvons dire, mais pour voir ce que nous pouvons faire.

Vous me permettrez cependant, de vous souhaiter la bienvenue. La Compagnie d'Anzin est heureuse de vous recevoir. Elle vous reçoit dans une salle à manger tout à fait industrielle; vous nous le pardonnerez quand vous saurez que vous êtes sur le premier champ de bataille de la Compagnie d'Anzin. C'est à quelques pas d'ici, qu'il y a un siècle et demi, fut creusée la première fosse de charbon gras; c'est dans le vieux chantier que tous ces bâtiments remplacent que fut construite en France — c'était en 1837 — la première locomotive à voie normale. Vous êtes sur les positions mêmes que l'industrie a conquises. Je ne vous propose pas de coucher sur ces positions, contentons-nous d'y déjeuner. *(Rires.)*

Votre présence ici est comme un hommage à nos devanciers et ils le méritent. Nous connaissons, pour en souffrir souvent, les difficultés de l'heure présente, nous mesurons d'ordinaire mal celles des générations antérieures, rien ne s'associe mieux à l'amour ardent du progrès que le respect du passé, que le culte des choses mortes, qui ont même en mourant préparé l'avenir et perpétué la vie. *(Bravo! Bravo!)*

Lorsqu'on jette un regard en arrière, que ce soit un témoignage muet de reconnaissance! On marche d'un pas plus assuré dans ce grand chemin sans terme où l'humanité s'avance à la poursuite du mieux matériel et moral. *(Applaudissements.)*

Nous sommes, vous et nous, des parents dans la grande famille du travail; nous avons, quelle que soit la nature de l'industrie à laquelle nous nous consacrons ou la direction donnée à notre activité industrielle, la même notion de nos responsabilités et de nos devoirs : ce qui nous unit, ce n'est pas seulement la solidarité de nos intérêts, mais le sentiment que nous sommes et que nous devons être des artisans de la prospérité nationale et de la paix publique. *(Vifs applaudissements.)*

La Société des Ingénieurs Civils de France a donné et donne à ce pays tant de dévoués et de brillants serviteurs que nous avons tenu, mes Collègues et moi, à venir la saluer ici, à lui exprimer au nom du Conseil de Régie et de tous les collaborateurs de la Compagnie d'Anzin notre sympathie et notre reconnaissance.

Je lève mon verre en l'honneur de la Société des Ingénieurs Civils de France et de son Président. *(Vifs applaudissements.)*

Notre Président a répondu aux aimables paroles de bienvenue de M. Casimir-Périer par l'allocution suivante :

Toast de M. Couriot, Président, à Anzin.

Monsieur le Président,

Je tiens tout d'abord à vous remercier du grand honneur que vous avez fait à la Société des Ingénieurs Civils de France en vous rendant, vous-même, à Anzin, pour recevoir ses Membres; c'est là une marque de réelle sympathie dont ils conserveront à jamais le souvenir.

Vous voudrez bien me permettre ensuite de répondre à l'exorde de votre discours dans lequel vous exprimez la pensée qu'en notre qualité d'Ingénieurs nous devons préférer l'Action à la Parole; l'une et l'autre ont leur mérite quand elles viennent à leur heure, et il nous semble actuellement que vous vous soyez attaché à démontrer le contraire de votre affirmation, en nous tenant, comme vous venez de le faire, pendant quelques instants, sous le charme de votre éloquente et élégante parole. *(Applaudissements.)*

Notre Société est particulièrement fière de saluer en vous le grand citoyen que la Compagnie des Mines d'Anzin a mis à sa tête; votre place n'était-elle pas, d'ailleurs, marquée au premier rang, dans cette importante entreprise, à la direction de laquelle, vous et les vôtres, avez pris depuis longtemps une part si grande; vos traditions vous y avaient personnellement préparé, car vous appartenez à une ancienne famille industrielle qui, au même titre que notre grande famille d'Ingénieurs, a de tout temps travaillé, comme vous le faites ici, au développement de notre prospérité nationale. *(Vifs applaudissements.)*

Messieurs et chers Collègues,

C'est une grande joie pour nous de nous trouver au milieu des collaborateurs de la Compagnie des Mines d'Anzin, artisans de sa fortune et de ses succès et qui poursuivent, avec tant d'intelligence pratique des affaires et d'autorité, l'œuvre des Fondateurs : Desandrouin, Taffin, le prince de Croy et le marquis de Cernay.

Que de progrès de toute nature ont vu le jour à Anzin depuis la découverte du charbon en 1720!

A l'instant, M. le Président Casimir-Perier vous rappelait que c'est sur le sol de cet atelier, transformé en salle de fête pour nous recevoir, qu'a été construite, en 1837, la première locomotive à voie normale; laissez-moi évoquer une date plus ancienne encore en vous remettant en mémoire que c'est encore à Anzin que fut introduite, en 1733, la

première machine à vapeur employée en France, moteur qui fut appliqué à l'épuisement des eaux, à l'aurore de cette grande entreprise presque deux fois séculaire. *(Bravo! Bravo!)*

Depuis lors, les Administrateurs et Ingénieurs d'Anzin, ainsi que vous pourrez vous en rendre compte, en visitant dans un instant, les belles et puissantes installations de la fosse d'Arenberg, n'ont cessé de doter leurs exploitations des perfectionnements les plus nombreux appliqués à tous les services et à tous les besoins de la grande Industrie des Mines. Il serait trop long de les énumérer, mais je tiens à rendre ici un juste hommage à ceux qui se sont consacrés d'une façon si complète au développement de la Compagnie des Mines d'Anzin, à son Directeur général, M. François, si habilement secondé par M. de Forcade, Secrétaire général de la Compagnie, aux chefs des services techniques, M. Saclier, Ingénieur en chef des travaux du fond, M. Darphin, Ingénieur en chef des travaux du jour, Parent, Ingénieur en chef des fabrications, qui ont su imprimer aux exploitations de la Compagnie d'Anzin une si active et si durable prospérité. *(Vifs applaudissements.)*

Je ne saurais trop exprimer notre grande gratitude à la Compagnie d'Anzin pour l'accueil si hospitalier qu'elle nous réserve aujourd'hui; je ne saurais trop lui dire combien nous sommes touchés des attentions délicates qu'elle nous prodigue : transformation de sa future chaudronnerie en une salle de fête à notre intention, écussons portant les initiales de la Société des Ingénieurs Civils et monogrammes qui peuvent faire croire à nos Collègues qu'ils sont véritablement chez eux dans cette grande entreprise industrielle d'Anzin, distribution de notices imprimées spécialement pour nous, surprises multiples, en un mot qui nous font oublier que seul le soleil manque à cette fête si cordiale, contrairement aux prévisions de nos hôtes qui ont poussé la gracieuseté jusqu'à vouloir nous préserver de ses atteintes en étendant des velums sur les vitrages de la salle où nous sommes réunis, mais attentions qui font luire en nous, à défaut de l'absent, le flambeau de la reconnaissance. *(Rires et applaudissements.)*

En terminant, Messieurs, vous me permettrez donc de remercier encore la Compagnie d'Anzin de la large et libérale réception qu'elle nous fait aujourd'hui, en portant un toast à la continuation de sa grandeur industrielle et à ses collaborateurs qui sont les principaux facteurs de sa renommée et de sa fortune, en levant mon verre, enfin, en l'honneur du Conseil de Régie, et plus particulièrement de son Président qui, après avoir tenu avec tant d'autorité dans ses mains les rênes du Gouvernement, est venu mettre sa connaissance des affaires et sa haute expérience des hommes et des choses à la disposition de la grande et puissante République Industrielle qu'est la Compagnie d'Anzin, qu'il conduit d'une main sûre et ferme dans la voie du progrès et de la prospérité. *(Vifs applaudissements répétés.)*

M. le Président du Conseil de Régie d'Anzin, a ensuite fait visiter, avec ses Collaborateurs, les nouveaux ateliers d'Anzin, qui couvrent une superficie de 6 000 m. Bien que ces installations ne

soient pas encore complètement terminées, il est néanmoins facile d'en apprécier le caractère pratique; toutes les machines sont actionnées par l'électricité.

La journée s'est terminée par la visite de la fosse d'Arenberg, située au nord du bassin, sur un faisceau de couches renfermant 10 à 12 0/0 de matières volatiles, siège dont les dispositions d'ensemble, comme les détails, offrent le plus grand intérêt. Il comprend deux puits, l'un de 5 m, l'autre de 3,80 m de diamètre, ce dernier entièrement affecté à l'aérage.

La production du puits d'extraction n'est encore que de 450 t par jour, mais son agencement a été prévu pour une extraction journalière de 1 500 t, quand les aménagements seront terminés.

La machine d'extraction est à quatre cylindres disposés deux à deux en tandem, donnant, sans complication de marche, l'économie de la double expansion complétée par le vide d'une condensation centrale.

Les cages employées sont à douze berlines en trois étages; la charge utile est ainsi de 7 200 kg et l'unité de charge atteint 15 200 kg.

Pour obtenir une production intensive, l'encagement et le décagement sont automatiques, réduisant ainsi le personnel au strict nécessaire. Le guidage est constitué en rails de 12 m de longueur et du poids de 45 kg au mètre courant, supportés par des poutrelles de 55 kg au mètre courant, espacées à 3 m les unes des autres, donnant une grande rigidité et permettant les plus grandes vitesses.

L'installation au jour comporte, notamment, deux groupes électrogènes de 300 kilow., composés chacun d'une machine à vapeur compound actionnant une génératrice compound Postel-Vinay à courant continu. L'énergie, sous une tension de 500 volts, donne le mouvement à neuf électromoteurs répondant aux divers besoins de la mine et représentant ensemble 514 ch de force. Parmi ces appareils, il y a lieu de signaler les plus puissants: un ventilateur du type Guibal modifié à grande vitesse, de 4 m de diamètre et 1,60 m de largeur, tournant à 180 tours et absorbant 70 ch (un ventilateur semblable doit être installé, mais n'est pas encore en place); une pompe électrique de 140 ch, le moteur de l'atelier de lavage absorbant 120 ch et celui du criblage de 40 ch.

On voit que la fosse d'Arenberg a été dotée d'installations d'une grande puissance; c'est avec une grande satisfaction que

prospérité ou la faiblesse d'une quelconque doit intéresser ou préoccuper toutes les autres. *(Bravos.)*

Il serait outrecuidant de ma part d'aborder ce thème devant notre Président. Il le développera à son heure avec la puissance d'argumentation et le bonheur d'expression que réunissent en lui l'industriel éclairé et le professeur éminent. *(Applaudissements.)*

Je reviens très simplement à la Compagnie de Marles. Je ne saurais trop vous remercier, mon cher Président, d'avoir guidé vers elle les Ingénieurs Civils, et vous, Messieurs, d'avoir répondu si nombreux à son appel. Votre visite est un précieux encouragement pour nos Ingénieurs. J'en suis, pour eux, profondément heureux, car je veux la considérer comme une récompense de leur vie toute de labeur infatigable, de courage modeste et de dévouement. *(Vifs applaudissements.)*

Je pense, mon cher Président, que vous approuverez cette appréciation, vous, qui, par vos leçons, avez formé nombre d'entre eux.

Messieurs, l'heure s'avance, vous avez beaucoup de choses à voir à Bruay et vous aurez à y dépenser largement votre admiration. Laissez-moi seulement remercier MM. les Ingénieurs des Mines d'avoir bien voulu honorer de leur présence cette réunion. Et je leur demande très instamment, à eux, toujours si prêts à favoriser tout ce qui est utile à la prospérité de l'industrie et à l'éclat de la science française, de lever avec moi leur verre en l'honneur de la Société des Ingénieurs Civils de France. *(Vifs applaudissements répétés.)*

M. Couriot président s'est fait l'interprète des hôtes de la Compagnie de Marles en prononçant les paroles suivantes :

Toast de M. Couriot, Président, à Marles.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Laissez-moi tout d'abord vous dire combien est grand pour nous le charme de la réception si cordiale qui nous est faite à Marles, réception qui est loin d'être aussi simple que notre hôte veut bien le dire et que nous apprécions tout particulièrement parce que celui qui nous reçoit à Marles est un de nos Collègues les plus distingués. *(Bravos.)*

Nous sommes heureux de saluer ici, dans la personne du Comte Armand, le continuateur et le représentant d'une grande famille industrielle, la famille Rainbeaux, qui a fondé cette belle entreprise de Marles et qui a consacré son intelligence et son activité au succès et à la prospérité de cette importante concession. *(Applaudissements.)*

Son action ne s'est pas limitée à la mise en valeur d'une riche partie du bassin du Pas-de-Calais, elle s'est étendue, en même temps, au développement des charbonnages du Grand-Hornu, situés en Belgique, au voisinage de la frontière française et où les Français peuvent se croire encore chez eux tant ils y reçoivent bon accueil. De part et d'autre, les directions de ces deux exploitations sœurs n'ont pas cessé d'étudier

toutes les questions à l'ordre du jour de l'Art des Mines, et les ont solutionnées de la façon la plus heureuse et la plus pratique. *(Applaudissements.)*

A titre d'exemple, je dirai que c'est à Marles même qu'a été faite la première application française de l'électricité pour la traction dans les mines, en 1889.

Vous avez pu voir combien le trainage électrique y a été conçu d'une façon simple et robuste, grâce à l'attention des plus gracieuses qu'a eu la Compagnie de construire à notre intention, au jour, une reproduction en vraie grandeur de sa traction souterraine et vous avez assurément constaté qu'elle répond si bien aux besoins des mines, que quinze ans après l'introduction de la première locomotive électrique dans les travaux souterrains, on se contente de développer les créations originaires, qui vont, aujourd'hui, chercher les charbons à 3 km environ des accrochages, assurant les transports avec la plus grande régularité, permettant ainsi de développer la production et de tirer le meilleur parti des frais de premier établissement très considérables occasionnés par l'installation d'un siège d'extraction. *(Bravo! Bravo!)*

Pour réaliser ce problème d'une façon complète, la Compagnie des Mines de Marles a eu recours à la fée qui règne en maîtresse souveraine sur l'industrie tout entière et qui a même sur tout autre maîtresse la supériorité de ne tromper jamais : l'Électricité. *(Rires.)*

N'est-ce pas encore à l'énergie électrique que les artisans de la prospérité des charbonnages du Grand Hornu ont recours, en ce moment, en procédant à l'installation d'un groupe électrogène de 6 500 ch qui animera notamment deux puissantes machines d'extraction électriques, les premières par leur importance établies, tant en Belgique qu'en France.

C'est là une nouvelle preuve de la façon dont les membres de la famille Rainbeaux cherchent à rester à la tête du progrès dans les grandes entreprises dont ils s'occupent, contribuant de la sorte à doter l'industrie houillère d'améliorations incessantes dont les études profitent à la collectivité. *(Vifs applaudissements.)*

Je suis heureux de saisir l'occasion qui se présente à moi de signaler à tous qu'une partie des progrès enregistrés à Marles sont dus à l'active impulsion de son Ingénieur-conseil, M. de Soubeiran, auquel je tiens à adresser des remerciements particuliers, car c'est à lui que nous devons d'avoir pu grouper, en une journée, les deux visites si intéressantes que nous faisons aujourd'hui.

Vous savez, en effet, mes chers Collègues, que M. de Soubeiran est à la fois Ingénieur-conseil des deux importantes Compagnies de Marles et de Bruay; il a bien voulu nous servir de trait d'union entre les deux charbonnages, et c'est à l'organisation rationnelle qu'il a élaborée de notre double visite, que nous devons d'avoir tous nos moments occupés d'une façon si intéressante et agréable jusqu'à 11 heures du soir, en courant de merveilles en merveilles. *(Vifs applaudissements.)*

Je remercie également M. Engelbach, Ingénieur en chef de la Compagnie et ses collaborateurs d'avoir rendu si complète notre visite de tous leurs services et je félicite particulièrement M. Biard de l'organisation rationnelle qu'il a su donner à la gare de triage de Marles dont

vous pourrez étudier en détail, dans quelques instants, le fonctionnement à la fois simple et économique. *(Applaudissements.)*

Enfin, Messieurs et chers Collègues, je suis sûr que, comme moi, vous aurez été émerveillés à la vue de l'installation de l'hôpital modèle que nous avons admiré tout à l'heure. Il serait à souhaiter que les pouvoirs publics pussent, comme nous, s'inspirer, dans bien des circonstances, des résultats obtenus et des progrès accomplis dans les mines au point de vue de l'hygiène et des premiers soins à donner aux blessés, car ils auraient beaucoup à apprendre dans l'étude des solutions dues à la généreuse sollicitude des exploitants et à la féconde initiative privée. *(Applaudissements.)*

Je bois en terminant à la prospérité de cette belle entreprise, à ses fondateurs, à ses continuateurs, à tous ses collaborateurs en un mot qui, chacun dans leur sphère, concourent ainsi à accroître la grandeur industrielle de notre cher pays. *(Vifs applaudissements.)*

La visite s'est ensuite continuée par un arrêt, à la gare de triage, du train spécial de la Compagnie des Mines de Marles qui devait nous conduire au rivage; cette gare a pour but de faire bénéficier la Compagnie de Marles des primes allouées par le Chemin de fer du Nord pour les wagons remis à des heures déterminées, classés par rames ou par trains complets, pour des destinations régionales précises. Les trains arrivent ainsi tout formés aux aiguilles de la Compagnie du Nord, ce qui constitue un gain de temps pour l'expédition des wagons, profitable à la clientèle des Mines et une meilleure utilisation du matériel roulant dont bénéficie le chemin de fer.

Au rivage de la Compagnie des Mines de Marles, les excursionnistes ont fait un temps d'arrêt pour étudier le fonctionnement des basculeurs mécaniques à contrepoids pendulaire, installés par notre Collègue, M. Malissard-Taza, et opérant, par la gravité, le culbutage sur trémies de wagons de 10 t.

Après des remerciements adressés au personnel dirigeant de la Compagnie des Mines de Marles, les Membres de la Société sont passés au rivage des Mines de Bruay, où ils furent reçus par MM. Dincq, Administrateur délégué, Elby, Directeur général, Conte, Ingénieur en Chef, et par les chefs des divers services de la Compagnie. Un train spécial, mis à leur disposition par la Compagnie, les conduisit au siège n° 5 qui comprend trois puits, dont deux jumeaux affectés à l'extraction, et un troisième, situé à 850 m au sud, qui sert uniquement à l'aérage. Les deux machines d'extraction de ce siège, de 950 $\times$ 1 700, sont à soupapes avec distribution Kraft-Audemar.

L'installation extérieure de la fosse n° 5 est des plus importantes et comprend : quatorze chaudières semi-tubulaires, de 259 m² de surface de chauffe, timbrées à 8 kg; un épurateur Desrumeaux ramenant à l'heure 40 m³ d'eau d'alimentation de 23 degrés à 4 degrés hydrotimétriques; un ventilateur Mortier de 2,40 m de diamètre, portant trente-six ailes, ayant 1,436 m de largeur, tournant, à la marche maxima, à 360 tours, et absorbant 310 ch à cette vitesse; un deuxième ventilateur Guibal, de 6,50 m de diamètre, largeur 1,70 m, marchant à 128 tours, et deux ventilateurs Rateau installés sur le puits de retour d'air; leur diamètre est de 3,40 m, le nombre de tours maximum est de 176.

L'air comprimé est produit par deux compresseurs Dujardin fournissant chacun 10 m³ par minute d'air à 6 kg.

L'installation électrique, qui a été établie par nos Collègues, MM. Sautter et Harlé, comporte trois moteurs à vapeur, du type vertical à deux cylindres compound, d'une force de 250 ch l'un, commandant chacun deux dynamos de 66 kilow. à 500 tours par minute. Un quatrième groupe électrogène, de même puissance, offre un intérêt tout particulier, car il est constitué par une turbine Rateau à basse pression, alimentée par un accumulateur régénérateur qui utilise les vapeurs d'échappement des machines d'extraction. La turbine tourne à 1 600 tours et actionne deux dynamos de 66 kilow. chacune. Les groupes électrogènes fournissent l'énergie et l'éclairage aux ateliers de réparation, pompes diverses, treuils, monte-charges, transbordeurs, ventilateurs Rateau, etc.

Les vapeurs d'échappement de tout le siège sont envoyées à une condensation centrale pourvue d'une cheminée de réfrigération, système Klein, d'une capacité de refroidissement de 350 m³ d'eau à l'heure.

Une des questions qui préoccupent à juste titre les concessionnaires des Mines de Bruay, c'est celle des épuisements, par suite du coup d'eau survenu en 1891, à la fosse n° 4, au cours duquel l'entretien d'eau a été de 25 000 m³ par jour. Pour lutter contre le retour d'un accident semblable, la Compagnie des Mines de Bruay a relié toutes ses fosses entre elles et les a armées d'une façon très puissante au point de vue de l'exhaure, afin qu'elles puissent toutes concourir à l'épuisement, en cas de venue d'eau exceptionnelle à l'une d'elles. L'installation actuelle permet de tirer 50 000 m³ d'eau en vingt heures, et on pourrait accroître no-

tablement ce chiffre en faisant marcher toutes les machines d'extraction à l'épuisement, les fosses étant pourvues de caisses à eau qui permettent de tirer chacune 5 000 m³ par vingt heures.

A signaler, parmi les pompes, une pompe Maillet, installée au n° 5, refoulant, à 32 tours, 500 m³ d'eau à l'heure de 334 m de profondeur et une turbo-pompe Rateau, placée au même étage et rejetant 250 m³ d'eau à l'heure.

Nous avons pu visiter au n° 5 une lampisterie de 2 500 lampes à benzine et au n° 1 une lampisterie de 1 200 lampes électriques Neu-Catrice dont le type le plus réduit pèse 1 600 g.

Cette journée pleine d'intérêt s'est achevée dans un banquet offert par la Compagnie des Mines de Bruay dans sa salle des fêtes, banquet tenu sous la présidence de M. Marmottan, Président de la Compagnie des Mines de Bruay, qui a porté un toast au Génie Civil.

Toast de M. Marmottan, Président du Conseil d'administration de la Compagnie des Mines de Bruay, à Bruay.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,
MESSIEURS,

Permettez-moi de porter un toast à votre honorable Président et à la Société des Ingénieurs Civils de France qui représente si justement l'élite des savants.

Nous vous voyons en effet, dans les temps présents, contribuer aux progrès incessants de l'Humanité, transformant sans cesse la matière et inscrivant une page glorieuse au grand-livre de la Destinée. *(Bravos, bravos.)*

Si, par la pensée, nous nous reportons à une de ces époques indéterminées dont il est impossible de préciser la date, aux premiers âges du monde, que voyons-nous? Un être chétif, débile, sans armes, sans défense, l'Homme au milieu d'une faune terrible, et on se demande comment, dans cette lutte sans trêve entre l'Homme et la Nature, l'Homme a pu résister. C'est qu'il avait en lui une de ces forces puissantes qui paralysent et peuvent vaincre les forces aveugles de la matière.

Cette force, elle est symbolisée par une fable antique, celle de Prométhée allant ravir au ciel le feu éternel, l'étincelle divine.... l'Intelligence. *(Applaudissements.)*

L'Homme n'avait donc qu'une seule arme, son Intelligence.

La lutte de l'Humanité contre la matière commença ainsi dès l'origine du monde. Grâce à cette force magique, l'homme put et parvint à détruire les êtres monstrueux qui le menaçaient de toutes parts, et c'est pourquoi l'antiquité a symbolisé cette énergie et cette résistance par la conception (aux temps héroïques), des demi-Dieux. *(Très bien, très bien.)*

Eh bien, Messieurs, cette principale et constante préoccupation de

l'Homme de se défendre et de lutter contre la matière, cette lutte éternelle, elle apparaît plus grandiose encore aujourd'hui qu'autrefois, car l'étincelle primitive a grandi. Elle est maintenant un clair et vaste foyer dont les irradiations lumineuses s'épandent de toutes parts. *(Vifs applaudissements.)*

A l'heure actuelle, la Science règne sans conteste sur le Monde, et vous êtes les soldats de la Science. *(Bravo, bravo.)*

Partout, au fond des déserts, dans les climats brûlants, aux pôles glacés, partout on trouve un chercheur, et ce chercheur est un Ingénieur. *(Bravos prolongés.)*

Lorsqu'une découverte est faite dont la grandeur est telle qu'elle semble dépasser le concept humain et que, par sa grandeur même, elle effraye notre esprit, quel en est le créateur? C'est un Ingénieur. *(Bravos.)*

C'est donc à vous, Messieurs, que je bois, à vous les Ingénieurs, non pas seulement de votre Société, mais aux Ingénieurs du Monde entier qui, seuls, pratiquent un cosmopolitisme bienfaisant. *(Bravos prolongés.)*

Il n'y a pas longtemps on prédisait la faillite de la Science, mais cela, Messieurs, doit vous laisser indifférents, car il n'est pas permis de parler de faillite en présence de cette activité dont nous trouvons les manifestations grandioses partout et dans toutes les branches.

Laissons donc les rêveurs à leurs rêves, et, nous, continuons à concevoir, à inventer, à travailler, à produire, marchant sans cesse vers un but de plus en plus élevé, vers le Progrès. *(Applaudissements.)*

Je lève mon verre, Messieurs, au succès de votre avenir.

On a appelé le XVIIIe siècle le siècle des Encyclopédistes, le XIXe et le XXe porteront le nom de siècles de l'Ingénieur. *(Bravo, bravo.)*

Messieurs, je bois à vous tous.

Messieurs, vous reverrai-je, qui le sait? Mais, soyez certains que je ne vous oublierai pas. *(Vifs applaudissements répétés.)*

Notre Président lui a répondu par l'allocution suivante :

Toast de M. Couriot, Président, à Bruay.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Votre discours si plein de pensées élevées, me rend difficile la tâche de vous répondre.

Je n'ai pas la bonne fortune de posséder votre éloquence académique, aussi autoriserez-vous l'Ingénieur à vous parler avec son cœur.

Laissez-moi tout d'abord m'élever contre vos dernières paroles faisant sans doute allusion à votre âge, et déclarant que peut-être vous ne nous reverrez plus. Ce qui fait l'âge d'un homme, c'est la fraîcheur des sentiments, la jeunesse du cœur, l'affabilité du caractère; à ce triple titre, vous êtes plus jeune que nous tous, et le toast, rempli de nobles pensées que vous venez de prononcer, en est une preuve irrécusable. *(Vifs applaudissements.)*

Messieurs,

Ma seconde parole m'est inspirée par la reconnaissance pour l'accueil si large, si libéral, si hospitalier, que nous avons reçu aujourd'hui à Bruay. La Compagnie des Mines de Bruay était renommée depuis longtemps pour sa généreuse et touchante hospitalité que je ne craindrais pas de qualifier d'écossaise si elle n'était pas tout particulièrement marquée au coin de la cordialité, ce qui la rend bien française ; mais l'accueil qui nous est offert a dépassé tellement toutes nos prévisions, que je ne saurais en remercier trop hautement ses Administrateurs et Directeur. *(Vifs applaudissements.)*

Comme moi, mes chers Collègues, en parcourant l'ensemble remarquable d'installations que nous venons de visiter, vous avez été, certainement, émerveillés des progrès accomplis, des transformations réalisées depuis un certain temps dans les Mines, mais il en est une qui vous aura unanimement impressionnés et qui a pris naissance ici même, c'est le grand effort accompli par les importants producteurs de charbon qui sont les Concessionnaires de Bruay pour obtenir des économies sur leurs propres consommations de combustibles ! N'est-ce pas une preuve palpable du soin avec lequel rien n'est négligé, rien n'est laissé au hasard dans cette belle entreprise? Ces puissantes condensations centrales, l'utilisation des vapeurs d'échappement au moyen d'accumulateurs de vapeur et de turbines à basse pression, tous ces perfectionnements dans le judicieux emploi de la puissance calorifique de la houille font grand honneur aux services techniques dont on voit partout l'empreinte savante et féconde, aussi pouvez-vous, rien que par ces détails, mesurer les progrès réalisés de toutes parts dans les exploitations de la Compagnie des Mines de Bruay. *(Vifs applaudissements.)*

Je dois encore rendre un hommage tout particulier à l'homme dont le nom est intimement associé à la prospérité de la Compagnie, au travailleur infatigable dont la puissante intelligence guide la marche de plusieurs Compagnies houillères du bassin et qui, en outre, est doublé d'un Industriel éminent, ce qui est un titre de plus à nos yeux, j'ai nommé M. de Soubeiran. *(Bravo, bravo.)*

Je dois également exprimer notre reconnaissance au Directeur général des Mines de Bruay, M. Elby, qui représente avec distinction la Compagnie et continue si dignement les traditions de son beau-père, le regretté Sénateur Leroy, son prédécesseur à Bruay. Qu'il me permette de lui adresser par avance ici des félicitations anticipées (car je puis bien commettre une petite indiscrétion) en annonçant que son dévouement éclairé aux intérêts de la Compagnie doit recevoir sa récompense le 14 juillet prochain, conformément aux promesses du Gouvernement, et je suis assuré que si l'*Officiel* oubliait d'enregistrer cet engagement pris à l'inauguration de l'Exposition d'Arras M. Marmottan s'empresserait d'intervenir. *(Applaudissements.)*

Je tiens également à féliciter M. Conte, Ingénieur en chef de la Compagnie qui nous a donné des explications avec une clarté, une netteté d'exposition et une concision si remarquables qu'on ne pouvait s'empêcher de penser en l'entendant qu'il était aussi bien doué pour l'ensei-

gnement dans une grande école technique que pour développer et introduire de nouveaux perfectionnements dans l'entreprise qu'il conduit avec tant de mérite. *(Bravos.)*

Enfin, mes chers Collègues, ce que vous n'avez pu apprécier aujourd'hui, car notre visite s'est limitée à la partie technique et matérielle, c'est l'œuvre philanthropique de la Compagnie des Mines de Bruay, ayant trait à tout ce qui touche à l'amélioration de la condition de l'ouvrier mineur, c'est en un mot son rôle économique et social.

De tous côtés, la Compagnie a tenu à faire profiter son personnel de résultats qui sont la conséquence de ses constants efforts vers le progrès. C'est dans ses exploitations, en effet, que l'ouvrier reçoit le salaire le plus élevé; c'est ici qu'ont pris naissance des institutions nombreuses destinées à accroître le bien-être du travailleur sous les formes les plus variées. S'associant à l'ensemble de ces œuvres depuis plus de trente-huit ans, M. Marmottan leur inspirateur, est Président de quarante-huit Sociétés créées par lui pour l'amélioration de la situation, de l'hygiène et du moral de son personnel ouvrier ! *(Vifs applaudissements.)*

Je puis donc à bon droit, vous le voyez, le féliciter de nouveau de sa jeunesse intellectuelle, de son activité, de son esprit toujours en éveil et de l'intérêt qu'il témoigne constamment à tout le personnel des Mines de Bruay. *(Bravos.)*

Cette activité, Messieurs, M. Marmottan vient de nous en donner une nouvelle preuve en quittant le Congrès de l'Industrie minérale, qui vient de prendre fin dans le sud-est de la France, pour se rendre ici, à vingt-quatre heures de distance et nous faire l'honneur d'y recevoir les Membres de la Société des Ingénieurs Civils de France. *(Bravos, bravos.)*

En terminant, je ne dois pas oublier que l'œuvre technique trouve également un concours des plus précieux dans la partie administrative qui joue un rôle des plus considérables à Bruay et je suis heureux d'en saluer le représentant autorisé M. Dincq, Administrateur Délégué, dont l'existence est intimement liée, depuis longtemps, à la vie et à la fortune de cette entreprise. *(Vifs applaudissements.)*

Je bois, Messieurs, à la santé des Collaborateurs de Bruay et en particulier de son vénéré Président M. Marmottan.

Je lève en même temps mon verre à la continuation des progrès incessants et à la prospérité sans cesse croissante de Bruay, qui est un des fleurons de la couronne industrielle de la France. *(Vifs applaudissements répétés.)*

La troisième journée de notre excursion, le samedi 11, a été entièrement consacrée à la Cie des Mines de Lens. Nous avons eu le plaisir de trouver à la gare de Lens M. Descamps, Vice-Président du Comité d'administration, remplaçant le Président, M. Danel, que son grand âge avait retenu éloigné, et notre éminent Collègue, M. Reumaux, Directeur général de la Compagnie. Pour parcourir dans les conditions les plus favorables les remarquables installations de Lens, les Membres de la Société furent divisés en

trois groupes qui se sont répartis entre les fosses 9, 11 et 12; ils purent de la sorte visiter les travaux du fond et admirer les belles installations extérieures des derniers sièges aménagés pour une extraction de 1 250 t environ par poste et qui sont des modèles de construction industrielle économique, sans que rien ait été négligé de tout ce qui peut concourir à la bonne marche et à la sécurité de l'exploitation.

Au point de vue spécial de la sécurité, chacun a pu apprécier les nombreuses créations de notre Collègue M. Reumaux : son évite-molettes, ses enclenchements des signaux avec les barrières du fond et les taquets de jour, et se rendre compte des nombreux dispositifs mécaniques imaginés par lui : taquets à excentriques, taquets hydrauliques, appareils de criblage, etc.

Nos Collègues ont prêté une attention toute particulière à la pompe centrifuge de 125 mm de diamètre, actionnée par une turbine de Laval de 525 mm de diamètre, qui a été dernièrement décrite par son auteur, notre Collègue, M. Sosnowski, à la Société des Ingénieurs Civils de France. Elle élève 125 m³ à l'heure, de 211 m de profondeur, à 13 000 tours à la minute.

MM. Descamps et Reumaux étaient secondés dans les explications et la conduite des groupes par MM. Bollaert, Ingénieur, Chef du Service commercial, Lafitte, Ingénieur en chef des travaux du fond, Dinoire, Naissant et Salvetat, Inspecteurs principaux.

Au cours d'un banquet non moins somptueux que ceux des journées précédentes, M. Descamps, Vice-Président de la Société a souhaité la bienvenue à nos Collègues en prononçant le toast qui suit :

Toast de M. Descamps,
Vice-Président de la Société des Mines de Lens, à Lens.

Monsieur le Président,

Messieurs les Membres de la Société des Ingénieurs Civils de France,

Au nom du Comité d'Administration de la Société des Mines de Lens, j'ai l'honneur de vous souhaiter la bienvenue, vous exprimant notre vive satisfaction de cette occasion de faire accueil à une Société qui réunit aujourd'hui les personnalités les plus distinguées dans toutes les branches de l'activité humaine.

Nous sommes d'autant plus heureux de vous recevoir, que nous aimons à nous considérer comme vos collaborateurs, animés comme vous-

mêmes de cet esprit d'initiative qui nous fait marcher côte à côte dans la voie du Progrès. Il nous a été rarement donné, Messieurs, de mettre sous les yeux d'une Assemblée aussi compétente, nos installations industrielles; nous nous félicitons de ce contact si favorable au développement des idées par l'échange d'observations toujours et réciproquement profitables. Aussi nos portes ne cesseront-elles d'être grandement ouvertes à tous ceux que peut aider et stimuler notre expérience. Votre Société. se recrutant dans toutes nos Écoles, compte des participants et des intéressés dans les industries les plus diverses; vous personnifiez tous les objectifs, toutes les tendances du Travail. Si nos sillons sont différents, ils convergent tous vers le même but : la recherche des perfectionnements, la diffusion de la Science et de toutes les connaissances utiles et pratiques. *(Vifs applaudissements.)*

Il ne saurait être dans mon rôle, Messieurs, de vous faire valoir l'importance de nos organisations matérielles. Vous êtes trop initiés aux affaires de tous genres pour ne pas avoir acquis la preuve que, si nos entreprises se trouvent récompensées par des résultats financiers, nous n'avons jamais hésité à en consacrer une notable partie au développement de cette industrie minière qui constitue aujourd'hui un des principaux éléments de la fortune publique, en même temps que nous tendons à affranchir la France du lourd tribut payé à l'étranger. Vous aurez également remarqué que nous ne reculons devant aucun sacrifice de nature à sauvegarder, par toutes les précautions préventives, nos ouvriers dans leur rude labeur. *(Bravos, Bravos.)*

Mais, dans la pensée que si une partie d'entre vous, parmi laquelle figure votre distingué Président, a été mise à même de connaître ce qu'est la vie du mineur, il en est peut-être un assez grand nombre qui n'ont jamais eu l'occasion de l'apprécier de près, je crois pouvoir insister pour les édifier sur ce qu'elle est en réalité.

Le sort du mineur occupe fréquemment l'opinion publique; ses conditions d'existence sont généralement peu connues et conséquemment, bien souvent, l'objet d'appréciations erronées. Pour l'ensemble du public, inexactement renseigné, vivant loin de nos centres charbonniers, le mineur est considéré comme l'instrument livré à la cupidité humaine, passant sa vie dans de profonds et étroits souterrains, oppressé par un air raréfié et contaminé, constamment courbé dans des attitudes forcées qui en font un véritable martyr. C'est là une profonde erreur, et nous croyons que, mieux éclairés par ce que vous aurez vu, nous pourrons désormais compter sur vous pour la combattre. *(Bravos, Bravos.)*

Préservé dans son travail par toutes les mesures susceptibles d'atténuer dans une proportion considérable les dangers de la profession, il est réservé au mineur bien des compensations dont demeurent privés les ouvriers des villes.

Il trouve, en effet, au sortir de la mine, pour un prix très minime, une maison confortable, presque toujours avec jardin, qu'il cultive dans ses longues heures de repos, maison répondant à toutes les exigences de l'hygiène et de la salubrité, et agencée de manière à lui assurer le foyer du père de famille. *(Très bien! Bravos.)*

Le mineur est certain d'une régularité de salaire qui ne lui fait ja-

Voilà qui prouve combien est grande la confiance absolue du personnel dans l'appareil de sécurité dont sont munies les machines de Lens et aussi celle qu'a su leur donner le créateur de cette invention ingénieuse. Tout y est bien prévu, tout fonctionne automatiquement, sûrement et simplement. *(Bravo! bravo!)*

Je ne m'arrêterai pas aux autres dispositifs imaginés par M. Reumaux. car je parle devant ses collaborateurs; ils les connaissent aussi bien, mieux que moi, et une longue pratique leur a donné sa sanction.

Mais M. Reumaux ne s'est pas préoccupé seulement des questions mécaniques, comme je le disais tout d'abord, avant toutes choses il a voulu reconnaître les gisements de Lens, afin d'assurer l'avenir de l'entreprise : pour cela il fallait se livrer à une étude complète, tirer parti des moindres enseignements, utiliser les moindres indices et je dois ici-même rendre justice aux efforts du Directeur général des Mines de Lens dont les études incessantes et les travaux ont enserré de tous côtés, comme dans les mailles d'un filet, les faisceaux de couches de la concession de Lens, en vue de tirer parti du gisement le plus économiquement possible, tant au point de vue de son bon aménagement qu'au point de vue de son exploitation rationnelle. *(Vifs applaudissements.)*

Enfin un général doit savoir choisir ses collaborateurs, M. Reumaux a su s'entourer d'un personnel d'élite.

Tout d'abord, Messieurs, vous me permettrez de féliciter M. Lafitte, Ingénieur en chef des travaux du fond qui, par son expérience de la Mine, a contribué à la mise en valeur des richesses profondes de Lens, car il ne faut pas oublier que c'est l'exploitation du fond qui alimente le reste. *(Bravos.)* Il est secondé dans son œuvre par M. Dinoire, Inspecteur principal de l'exploitation, dont vous avez pu admirer les hautes qualités d'organisateur de premier ordre, car il est, avec M. Reumaux, l'ordonnateur de la grandiose réception qui nous est faite aujourd'hui. *(Vifs applaudissements.)*

Enfin, nos compliments doivent aussi s'adresser à M. Naissant, Inspecteur principal des machines et du matériel, et à M. Salvetat, Inspecteur principal du chemin de fer et des constructions, dont l'empreinte est marquée sur toutes les installations extérieures dont s'honore, à juste titre, la Compagnie des Mines de Lens. *(Bravo! bravo!)*

Mais la production industrielle serait inféconde sans son complément, la création des débouchés commerciaux qui assure la rémunération des œuvres techniques et je dois rendre justice ici aux capacités de M. Bollaert, Ingénieur, chef du service commercial, qui, en continuant si heureusement les traditions de travail, d'urbanité et de loyauté de son père, l'un des coopérateurs de la première heure, assure l'écoulement du plus fort tonnage qu'aucune mine française ait encore eu à vendre dans une seule année. *(Applaudissements.)*

Enfin, mes chers Collègues, vous aurez été, comme moi, touchés des attentions délicates dont nous avons été l'objet et qui nous montrent combien on s'est préoccupé de nous rendre agréable notre visite de Lens. Chacun de vous, en effet, vient de recevoir un souvenir éminemment personnel, sous la forme d'une instructive notice sur les Mines de Lens, portant son nom imprimé en lettres d'or; nos menus eux-mêmes sont

illustrés de nos initiales juxtaposées à celles de la Compagnie des Mines de Lens.

Voilà des manifestations d'un goût exquis qui nous rappelleraient, — si nous n'avions garde de l'oublier, — que M. Reumaux est un des nôtres, un de ceux qui honorent le plus notre Société par leurs travaux et par leur situation. *(Bravo! bravo!)*

Dois-je ajouter, ce que vous avez pu constater vous-mêmes, à savoir que bien souvent, les mineurs, hommes d'action, sont doublés de véritables artistes? ne venez-vous pas, en effet, d'entendre pendant ce repas la fanfare des Mineurs de Lens, dont vous avez applaudi les joyeux accents et les flots d'harmonie?

Vos applaudissements leur ont montré à diverses reprises combien vous avez apprécié le talent de ces grands artistes, dont vous ne connaissez peut-être pas tous les titres. Laissez-moi ajouter, sans respect pour leur modestie, qu'au concours des fanfares ouvert à l'Exposition universelle de 1900, c'est la fanfare des Mineurs de Lens, qui a remporté le premier prix dans ce grand tournoi de toutes les Sociétés philharmoniques de France, prouvant que le mot fanfare est synonyme de ceux d'harmonie et de mélodie et réalisant ainsi l'union harmonieuse de l'Art et de la Science appliquée. *(Applaudissements.)*

Je me résume, Messieurs, en buvant à la prospérité continue, et pendant de longues années encore, de la Compagnie des Mines de Lens, à ses Administrateurs, à ses Chefs, MM. Descamps et Reumaux, à ses Ingénieurs, à tous ses collaborateurs si dévoués et trop nombreux pour qu'il me soit possible de les nommer individuellement, mais qui tous sont les artisans de sa fortune et de sa grandeur industrielle. *(Vifs applaudissements répétés.)*

L'après-midi fut employé à parcourir les installations extérieures de la Société des Mines de Lens; une visite rapide de la fosse 8, de sa lampisterie à benzine, de ses écoles, de sa cité, de la goutte de lait, de la coopérative a été suivie de celle du rivage de Pont-à-Vendin, de ses vastes quais d'embarquement avec trémies devant lesquelles arrivent les wagons de la Compagnie constitués par des caisses basculantes qu'incline, en quelques instants, une grue à vapeur montée sur la locomotive de manœuvre; cette dernière, de la sorte, charge tout un train en vingt minutes dans les péniches. Cette belle installation, qui date déjà de 1872, est encore sans rivale aujourd'hui au point de vue de la rapidité des chargements.

Les excursionnistes ont aussi visité avec un haut intérêt les batteries de fours à coke, deux usines à récupération des sous-produits, une usine de distillation et de rectification des goudrons et benzols, la production du sulfate d'ammoniaque, des huiles lourdes, des naphtalines, des graisses; les chaleurs perdues des

fours sont utilisées, dans des chaudières, à actionner d'importants groupes électrogènes qui produisent 2500 chevaux distribués de toutes parts à l'extérieur pour répondre aux multiples besoins des mines.

Le dimanche 12 a été consacré à la visite de l'Exposition d'Arras. Les Sociétés minières qui ont pris part à cette Exposition avaient bien voulu envoyer des Ingénieurs dans leurs stands respectifs, pour donner aux visiteurs les renseignements les plus détaillés et les plus intéressants sur les objets exposés par elles. M. l'Ingénieur en chef des Mines à Arras, Léon, avait eu l'amabilité de se joindre également aux excursionnistes, ainsi que M. Cuvelette, Ingénieur au Corps des Mines, et de guider les Membres de la Société dans leur instructive promenade à travers l'Exposition.

Après les réceptions dont les membres de la Société avaient été l'objet, après l'accueil si large, si libéral, si cordial qui leur avait été fait, ils ont eu le plaisir de recevoir, à leur tour, le dimanche 12 juin, dans l'enceinte de l'Exposition d'Arras, les Administrateurs et les Directeurs des Compagnies houillères dont ils avaient été les hôtes les jours précédents. Notre Président, M. Couriot, leur a adressé à nouveau, au nom de la Société tout entière, l'expression sincère de la profonde gratitude de ceux qui ont eu la bonne fortune de prendre part à la belle, utile et intéressante excursion faite dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, en prononçant le toast suivant :

Toast de M. Couriot, Président, à Arras.

MESSIEURS, MES CHERS COLLÈGUES,

Je vous demande de me permettre de vous adresser une dernière allocution.

Aujourd'hui, plus encore que les jours précédents, je ne chercherai pas à vous faire des phrases, je laisserai mon cœur parler, car l'heure de la séparation approche, et après quatre journées consacrées à des études communes, il s'est établi entre nous un courant sympathique d'idées et de travaux qui ne rend que plus pénible encore la dislocation de notre groupe d'excursionnistes.

Je tiens, une dernière fois, à dire à tous ceux qui nous ont reçus, combien grande est notre reconnaissance pour leur hospitalité si large, si libérale, si magnificente, combien nous avons senti tout le prix de l'accueil cordial et confraternel, qui nous a été fait partout et au cours duquel chacun a tenu à honneur de nous montrer les richesses scien-

tifiques et industrielles accumulées dans les diverses concessions que nous avons visitées. *(Applaudissements.)*

De tous côtés, nous avons été littéralément touchés et émus, aussi bien dans le Nord que dans le Pas-de-Calais, des réceptions grandioses qui ont été faites aux Membres de la Société des Ingénieurs Civils de France. Le souvenir impérissable en restera à jamais gravé dans la mémoire de ceux qui ont eu la bonne fortune de prendre part à notre instructive excursion. Partout, mes chers Collègues, vous avez pu constater combien notre industrie houillère est un facteur important de la richesse et de la gloire industrielle de la France. Je prie donc les représentants des diverses Compagnies qui ont bien voulu répondre aujourd'hui à notre appel, de reporter à tous ceux qui nous ont reçus : Administrateurs, Directeurs, Ingénieurs, ainsi qu'à tous ceux qui nous ont fourni des explications et nous ont conduits au cours de nos intéressantes visites, l'assurance de notre profonde et sincère gratitude. *(Vifs applaudissements.)*

Parmi nos hôtes, messieurs, il en est un qui nous reçoit depuis quatre jours et qui se trouve au milieu de nous pour la première fois aujourd'hui, c'est la Compagnie du Nord, qui, depuis notre départ de Paris, n'a cessé de nous transporter dans des conditions absolument merveilleuses de confort et de rapidité. Grâce au train spécial qu'elle a eu la gracieuseté de mettre à notre disposition, notre voyage s'est effectué dans des conditions de luxe, de sécurité et de célérité qu'il parait véritablement impossible de surpasser.

Je prie donc M. E. Sartiaux, de transmettre à M. l'Ingénieur en chef de l'exploitation, et à tout le personnel de la Compagnie du Nord, l'expression de nos plus vifs et cordiaux remerciements. *(Vifs applaudissements.)*

Nous sommes particulièrement heureux de saluer à cette table, M. l'Ingénieur en chef des Mines, Léon que nous avons eu la bonne fortune de voir prendre part à plusieurs de nos visites. C'est à lui qu'incombe la lourde charge de la surveillance de l'important arrondissement minéralogique d'Arras, de ce puissant centre de production houillère qu'est le Pas-de-Calais, extrayant annuellement plus de 16 millions de tonnes de houille. C'est là une mission considérable, que je le félicite de porter avec tant de vaillance sur ses robustes épaules. *(Bravo ! Bravo !)*

Quant à vous, messieurs, qui nous avez si bien accueillis partout, soyez indulgents pour la modeste réception que nous vous faisons ici. J'étais, je vous l'avoue, en entrant dans cette salle, bien inquiet pour vous tous, en sentant tomber sur notre table, des parties hautes de la toiture, un véritable manteau de glace, surtout lorsque je me rappelais la profusion de fleurs merveilleuses, les vins généreux et les mets exquis dont vous nous avez fait apprécier le charme durant quatre jours. Nous vous demandons encore pardon de vous recevoir si mal ; mais vous le savez, nous ne sommes pas ici chez nous, notre réception a dû être organisée dans l'enceinte de l'Exposition et, à défaut du reste, nous vous recevons avec notre cœur et avec le meilleur de nous-mêmes. *(Bravos.)*

Nous avons pu, tout à l'heure, en parcourant la coquette Exposition

d'Arras et, plus particulièrement, sa curieuse exposition minière, voir réunies et groupées toutes les richesses de l'industrielle région qu'est le bassin du Nord et du Pas-de-Calais. En visitant les stands des exploitants de mines, nous avons eu le plaisir de trouver dans chacun d'eux un représentant des Compagnies houillères dont nous avons reçu tous les renseignements que nous pouvions désirer, fournis avec une grande clarté et une inlassable complaisance.

Je suis donc heureux de remercier ici les Directeurs et les Ingénieurs des Compagnies minières qui se sont déplacés pour venir, eux-mêmes, nous apporter tous les renseignements dont nous pouvions avoir besoin. *(Vifs applaudissements.)*

Vous me permettrez d'y ajouter, en mon nom personnel, comme Professeur du cours d'Exploitation des mines de l'École Centrale, l'expression de ma gratitude pour l'accueil qu'ils réservent toujours aux élèves que j'envoie, chaque année, dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, afin d'y préparer l'étude de leurs projets de concours de sortie et de s'inspirer des belles installations modèles qu'ils peuvent y trouver. Vos exploitations et vos carreaux toujours ouverts à la jeunesse studieuse des hautes écoles techniques, est une preuve de l'esprit large, libéral, élevé qui vous anime en toutes circonstances, messieurs, esprit dont je ne saurais trop haut vous féliciter, car, en travaillant à accroître l'instruction pratique des futurs Ingénieurs, en donnant ainsi votre concours à leur culture professionnelle, vous travaillez à l'accroissement du patrimoine intellectuel de la France. *(Bravos.)*

Je tiens encore à formuler des compliments à l'adresse du Directeur général de l'exposition d'Arras, M. Lami, qui a créé dans ce joli cadre des Allées, un véritable pendant à l'Exposition régionale de Dusseldorf.

Vous savez tous, messieurs, que c'est à M. Lami que nous sommes redevables d'importantes publications spéciales ayant trait à l'industrie et dont le but est de développer l'enseignement technique et professionnel. Il a réuni, dans cette Exposition, la théorie et la pratique et, de la sorte, il a complété son œuvre passée en donnant le jour à une grande leçon de choses. *(Bravos.)*

Je ne dois pas oublier non plus M. Holtz, représentant, à Arras, de la Compagnie Parisienne du Gaz. C'est à son activité et à ses soins minutieux que nous devons l'organisation de notre visite à Arras et tous les détails de cette dernière journée ont été réglés par lui au mieux; je l'en remercie bien sincèrement. *(Très bien ! Bravos.)*

Enfin, je tiens à remercier encore mon principal collaborateur, celui qui s'est occupé d'étudier tous les détails matériels, et ils étaient nombreux, de notre intéressante excursion, celui qui, levé le premier et se reposant le dernier, a été, depuis un mois, sur la brèche, veillant à ce que rien ne cloche au cours de ce voyage : au portrait que je viens de faire, vous aurez reconnu notre dévoué Secrétaire administratif, M. de Dax, qui nous a montré ses grandes et puissantes facultés d'organisateur. *(Vifs applaudissements.)*

Mes chers Collègues, beaucoup, parmi vous, sont venus de loin, d'Espagne, de Belgique, d'Angleterre, montrant ainsi tout l'attrait que paraissait leur offrir l'excursion que nous venons de faire.

En terminant, laissez-moi exprimer le vœu de voir notre Société organiser plus fréquemment, dans l'avenir, des excursions du genre de celle que nous venons de faire, permettant, de la sorte, à ses membres de se mieux connaître et apprécier. C'est là, en ce qui me concerne, une des grandes satisfactions que je tirerai du voyage que j'ai eu le plaisir de faire avec vous ; en persévérant dans cette voie, qui resserrera les liens qui existent déjà entre nous, notre Société montrera qu'elle reste fidèle à ses traditions, qui lui font confondre dans son sein tous les Ingénieurs sans distinction d'origine, d'école ou de nationalité, et cela pour le plus grand bien du pays tout entier. *(Bravos.)*

Je me résume, mes chers Collègues, en buvant à la prospérité de l'industrie française, à celle des mines, aux Ingénieurs, enfin, dont le travail, les efforts et le dévouement font avancer chaque jour l'humanité davantage dans la voie féconde du progrès. *(Vifs applaudissements répétés.)*

M. l'Ingénieur en chef des Mines, Léon, qui avait bien voulu se joindre aux membres de la Société dans les visites des journées précédentes, a porté, au dessert, le toast ci-après :

Toast prononcé par M. Léon, Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique d'Arras.

MESSIEURS,

Je suis véritablement confus des paroles trop aimables que votre Président a bien voulu prononcer à mon adresse ; qu'il me permette d'en reporter tout l'honneur sur l'Administration que je représente dans le Pas-de-Calais et sur le Corps auquel j'appartiens.

Les Ingénieurs au Corps des Mines en résidence dans le Nord et le Pas-de-Calais ont vu avec le même plaisir que leurs Collègues des Compagnies houillères la venue dans ce Bassin d'hôtes distingués, d'Ingénieurs éminents, dont plusieurs ont exécuté des travaux remarquables et dont quelqus-uns, je fais en particulier allusion à votre Président, M. le Professeur Couriot, sont passés maitres, et des maitres respectés dans cet art difficile entre tous, l'Art des mines. *(Bravos.)*

Vous savez, Messieurs, avec quelle vitesse accélérée, avec quelle fougue se développe l'outillage dans toutes les branches de l'industrie moderne, avec quelle rapidité les méthodes se modifient ou se transforment.

J'espère que vous emporterez de votre visite parmi nous, visite trop courte à notre gré, cette impression que les Ingénieurs qui ont charge des concessions houillères de ce bassin sont à l'affût de toutes ces améliorations, de tous ces perfectionnements, de tous ces progrès, qu'ils sont les premiers à en faire profiter leurs exploitations et qu'ils ne négligent rien pour assurer la mise en valeur rationnelle, scientifique, rapide et complète des ressources de notre beau bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *(Applaudissements.)*

Messieurs, je lève mon verre en l'honneur de la Société des Ingé-

nieurs Civils de France et de son Président; je bois à la prospérité de la Société, à la prospérité du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *(Applaudissements prolongés.)*

M. Lami, Directeur général de l'Exposition d'Arras, a clos la série des toasts par l'allocution suivante :

Toast de M. E.-O. Lami, Directeur général de l'Exposition d'Arras.

Monsieur le Président,

Les paroles élogieuses que vous avez bien voulu prononcer m'ont été droit au cœur, mais, laissez-moi reporter le mérite de l'Exposition dont vous voulez bien constater le grand succès, à mes collaborateurs, parmi lesquels et pour les citer au premier rang, les Ingénieurs Civils. Sans votre savoir, sans les ressources de votre art, une œuvre pareille serait impossible à réaliser.

Il m'est très agréable d'entendre ce témoignage de sympathie à l'Exposition, non point seulement comme Directeur, mais encore parce que mes travaux professionnels ont depuis longtemps mêlé ma vie à la vôtre; c'est ainsi que parmi vous je compte beaucoup de collaborateurs et d'amis et je me félicite de me trouver au milieu de vous dont j'apprécie si hautement le mérite et l'action féconde dans le développement de l'industrie de notre pays. *(Bravos.)*

Je vous remercie d'avoir choisi Arras pour terme de votre excursion; vous trouverez, je pense, des sujets d'étude fort intéressants, et vous dégagerez de cette Exposition l'idée maitresse qui l'a dominée; vous comprendrez que sa conception s'éloigne des ordinaires Expositions de province et qu'elle s'élève bien au-dessus de leur caractère d'affaires privées par la préoccupation de l'enseignement qu'elle offre aux studieux; vous reconnaitrez bientôt que le but que nous poursuivons était atteint, puisque nous avons démontré que, depuis 1900, une étape a été franchie dans quelques-unes des applications de l'Art de l'Ingénieur, aussi, j'espère que vous conserverez de votre passage à Arras un souvenir excellent et durable.

Messieurs, je bois à ceux dont les travaux honorent la France et le monde entier : à la Société des Ingénieurs Civils de France. *(Vifs applaudissements.)*

A l'issue de la visite de l'Exposition d'Arras, les excursionnistes reprenaient le train spécial de la Compagnie du Nord qui ramenait les membres de la Société à 6 heures à Paris, où chacun s'est séparé heureux d'avoir vu beaucoup de choses éminemment intéressantes dans un temps très court et touché de l'accueil véritablement grandiose fait de toutes parts aux membres de la Société des Ingénieurs Civils de France.

VISITE

DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

AUX MINES D'ANZIN[1]

(9 Juin 1904)

PAR

M. Maurice BOUTTÉ

Avant d'aborder la monographie proprement dite de la visite de notre Société aux Mines d'Anzin, je résumerai dans une préface l'historique de la plus ancienne compagnie houillère de France; j'exposerai ensuite les conditions principales et les résultats de son exploitation actuelle.

Je suivrai ainsi l'exemple donné par le Conseil de régie et la Direction d'Anzin, qui nous ont fait connaître beaucoup de choses intéressantes avant de nous conduire aux nouveaux ateliers de la Compagnie et à la fosse d'Arenberg.

L'administration des Chemins de fer du Nord avait mis un train spécial à la disposition de la Société des Ingénieurs Civils de France, entre Paris et Somain. M. François, Directeur général de la Compagnie d'Anzin, entouré des Ingénieurs en chef du fond et du jour ainsi que des chefs de service du Chemin de fer des mines, nous reçut à la gare de Somain, et nous fit traverser, dans un train non moins spécial, une grande partie des concessions houillères.

Vers midi, nous arrivions au « Chantier d'Anzin », où sont groupés les ateliers et les magasins de la Compagnie. Là, M. Casimir-Perier, Président du Conseil de régie, assisté de MM. de La Grange et Agache, régisseurs, de M. de Forcade, Secrétaire général, et du haut personnel technique de la Direction, nous souhaita la bienvenue avec la plus grande cordialité.

Comme l'après-midi était strictement réservé pour la visite des installations minières, ces messieurs avaient songé à profiter de l'heure du repas pour nous donner un aperçu général de la Com-

(1) Voir planches nos 79, 80 et 81.

pagnie d'Anzin, car ils eurent la délicate attention d'offrir à chacun de nous une brochure explicative, en même temps qu'un excellent déjeuner.

Au dessert, et après les discours éloquents de MM. Casimir-Perier et Couriot, nous étions renseignés sur l'histoire et le fonctionnement de l'une des plus puissantes organisations houillères, et bien préparés pour effectuer, dans les meilleures conditions, l'excursion projetée.

I. — Formation du bassin houiller du Nord.

Le gisement renfermé dans les concessions d'Anzin appartient au bassin houiller du nord de la France, et celui-ci ne comprend qu'une partie des dépôts qui se sont formés à l'époque carbonifère, entre la Westphalie et le Pas-de-Calais, sur 450 km de longueur et 10 km de largeur moyenne.

Cette bande de terrain houiller a une direction sensiblement est-ouest. En Allemagne et en Belgique, elle affleure à la surface du sol sur de grands espaces; mais en France elle disparait sous des formations d'âge plus récent, qui ont reçu le nom de « morts-terrains.

Il en résulte que la découverte, et par suite l'exploitation du bassin français, ont été retardées pendant de longues années. Aujourd'hui, ses limites sont entièrement connues, et sa richesse a pu être estimée jusqu'à plus de 1 000 m de profondeur.

Le terrain houiller productif est caractérisé, dans ce bassin, par une formation de grès et de schistes, entre lesquels sont intercalées les couches de houille. Il repose sur le calcaire carbonifère, et constitue, au point de vue géologique, l'étage westphalien du système carboniférien.

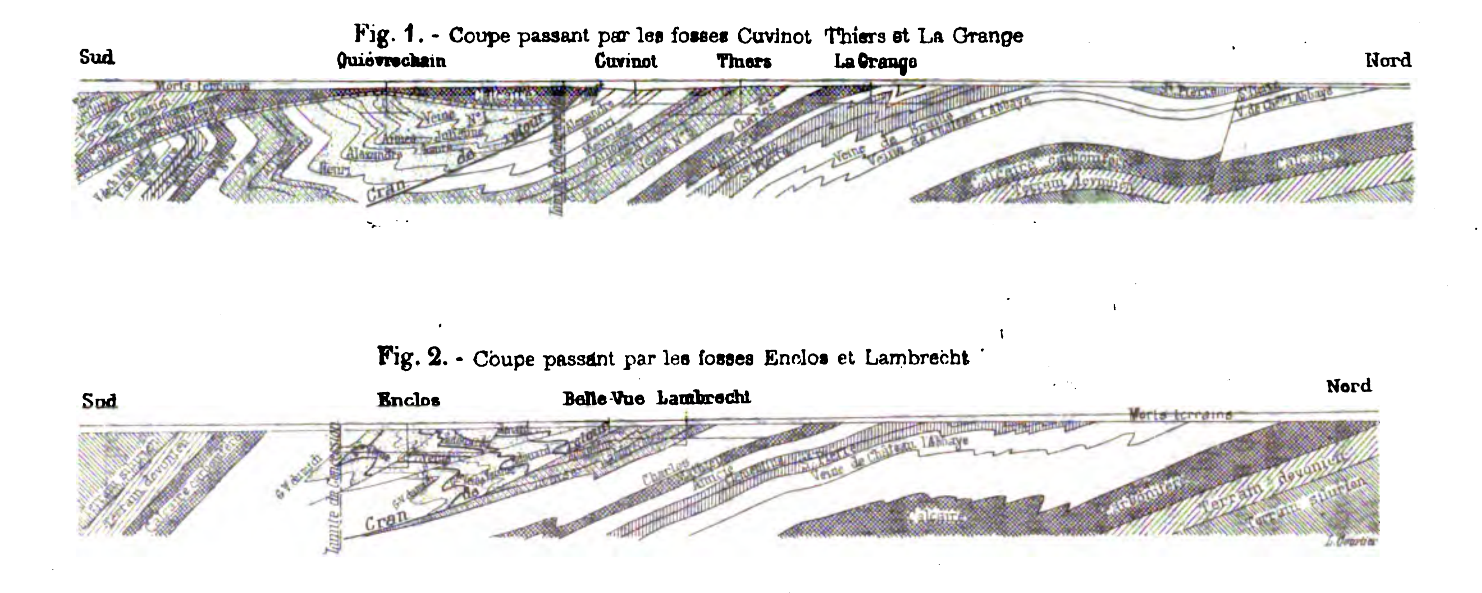
La nature de la houille varie suivant l'époque de sa formation, et cette époque ne peut être déterminée exactement qu'après une étude paléontologique. Aussi admet-on généralement comme repère la teneur en matières volatiles, qui, dans le bassin du nord, augmente à peu près régulièrement depuis la base jusqu'au sommet du terrain houiller. On obtient, par ce procédé, les divisions suivantes :

1° Région des couches inférieures ou des charbons maigres anthraciteux, renfermant de 7 à 10 0/0 de matières volatiles ;

2° Région des charbons maigres flambants ou quart-gras (10 à 13 0/0 de matières volatiles);

Fig. 1 et 2. - COUPES TRANSVERSALES DU BASSIN DU NORD

Échelle 1/100 000



par leurs héritiers, ou vendus par les propriétaires en fractions dont l'importance était réglée suivant les convenances des deux parties.

Les deniers sont donc divisibles au gré de leurs détenteurs; le centième de denier, qui a été choisi comme unité de négociation par les agents de change de Lille, n'est qu'une unité conventionnelle.

Dans l'article 9 du contrat, six associés sont désignés pour faire partie des Assemblées, à l'exclusion des autres, avec le droit de nommer à tous emplois quelconques et de gérer l'entreprise. Quand l'un des six régisseurs vient à manquer, les cinq autres choisissent celui des intéressés qui doit le remplacer.

Cet article n'a jamais été modifié, et la Compagnie d'Anzin est encore dirigée par un Conseil de régie, que préside actuellement M. Casimir-Perier, ancien Président de la République.

Désandrouin et ses associés avaient apporté à la Compagnie la concession d'Anzin (11 852 ha), obtenue en 1735. Le prince de Croy et le marquis de Cernay apportèrent, outre leur droit seigneurial, les concessions de Vieux-Condé (3 996 ha), de Fresnes (2 073 ha) et de Raismes (4 819 ha), qu'ils avaient obtenues de 1749 à 1756. La Compagnie disposait donc, lors de sa création, d'une concession totale de 22 740 ha, perpétuelle quant aux droits des seigneurs, mais temporaire comme privilège royal.

Ce privilège fut prorogé à différentes reprises, jusqu'à la promulgation de la loi de 1810 sur les mines, qui accorda la perpétuité à toutes les concessions existantes.

La Compagnie d'Anzin avait acquis, en 1807, la concession de Saint-Saulve (2 200 ha). Elle obtint les concessions de Denain (1 344 ha), d'Odomez (316 ha), à la suite de ses découvertes du charbon dans les régions correspondantes, entre 1828 et 1832. Elle acheta la concession d'Hasnon (1 488 ha), en 1843. *(Voir la carte, fig. 1, Pl. 79.)*

Son domaine minier s'étend actuellement sur 28 088 ha, depuis Somain jusqu'à la frontière belge, avec une longueur de 30 km et une largeur variant entre 7 et 12 km. De plus, la Compagnie est concessionnaire, jusqu'en 1950, d'un chemin de fer d'intérêt général de 37 km, reliant Somain à Péruwelz, station des chemins de fer de l'État belge.

III. — Historique de la Compagnie.

Dès la première année de sa fondation, la Compagnie d'Anzin produisait 100000 t de houille.

Les difficultés que présentait alors l'exploitation des mines s'opposèrent à une augmentation rapide de cette production. L'installation à Anzin de la première pompe à feu qui fut montée sur le continent avait bien permis d'épuiser les eaux d'infiltration dans les morts-terrains et de creuser des puits relativement profonds; mais l'aérage des travaux souterrains était défectueux et la santé des ouvriers se trouvait compromise par les dégagements de grisou et d'acide carbonique.

Les transports, dans les galeries, s'effectuaient au moyen de bacs en bois sans roues, que les mineurs traînaient péniblement à l'aide d'une sangle sur des planches posées contre le sol. Les fosses d'extraction ne dépassaient guère la profondeur de 100 m; le charbon était monté au jour dans des tonneaux, suspendus à des câbles en chanvre et actionnés par manèges à chevaux.

Pendant trente années, la production n'augmenta que lentement, malgré les 70 fosses creusées durant cette période. Elle atteignait, en 1790, 300000 t, obtenues avec 4000 ouvriers et 600 chevaux. Les troubles de la Révolution et l'invasion autrichienne l'abaissèrent considérablement; en 1805, lorsque la Compagnie réalisa ses premiers bénéfices, elle n'était remontée qu'à 225000 t.

Vers 1816, après la séparation de la Belgique et de la France, la Compagnie reprit son essor. Ses bénéfices augmentèrent dans de notables proportions, car les houilles belges subissaient une taxe douanière de 1,50 f par tonne à leur entrée en France.

En 1830, la production atteignait 500000 t. Des difficultés graves s'étaient présentées dans le fonçage de nouveaux puits sur la région des charbons gras, pour la traversée d'une nappe très aquifère dénommée « le Torrent », dont je parlerai plus loin. Mais l'exploitation avait été améliorée dans les travaux souterrains; le roulage s'effectuait au moyen de bacs à roues et les manèges faisaient place aux machines à vapeur pour le sortage du charbon dans les puits.

Le développement même de la Compagnie d'Anzin et l'augmentation des besoins industriels dans la région du Nord avaient suscité de nouvelles recherches d'un bout à l'autre du bassin

houiller. Le charbon avait été découvert depuis longtemps à Aniche. En 1838, les produits de Vicoigne commençaient à faire concurrence à ceux d'Anzin ; la lutte entre les deux compagnies se termina vers 1843 par une entente commerciale. Les mines d'Anzin donnaient alors 650 000 à 700 000 t par an.

Les explorateurs du bassin du Nord continuèrent leurs recherches et les étendirent bientôt au département du Pas-de-Calais, dans l'espoir d'y trouver la prolongation du gisement houiller. Grâce à des constatations géologiques précises et à des moyens de sondage assez perfectionnés, ils poussèrent leurs reconnaissances d'une façon méthodique. En 1847, le charbon était découvert à l'Escarpelle vers 150 m de profondeur.

Dès 1852, le bassin houiller du Pas-de-Calais était mis en exploitation sur plusieurs points par les Sociétés qui existent encore aujourd'hui dans ce département. En 1857, la Compagnie d'Anzin prévoyait leur rapide développement et elle accentuait ses travaux préparatoires ainsi que la transformation de son matériel. Elle produisait à ce moment 900 000 t avec 24 sièges d'extraction et 16 fosses d'aérage ou d'épuisement.

Le million de tonnes fut atteint en 1863. La période d'accroissement la plus remarquable de la Compagnie se place entre 1864 et 1872 ; au cours de cette dernière année, elle produisait 2 millions de tonnes, ayant ainsi doublé son extraction en huit ans.

A ce moment, l'industrie prenait un développement considérable dans le nord de la France. La consommation des combustibles minéraux augmentait d'autant plus que les États-Unis d'Amérique cherchaient à tous prix, sur les marchés européens, les produits métallurgiques nécessaires à la construction de leurs chemins de fer. Les demandes de houille et de coke débordèrent les offres, et les prix moyens de vente du charbon s'élevèrent jusqu'à 17 f par tonne, sur le carreau des mines, de 1873 à 1875.

La Compagnie d'Anzin réalisa d'énormes bénéfices. Elle répartit entre ses associés, durant chacune de ces trois années, 400 f de dividende par centième de denier, soit 11 520 000 f par an. Le cours de cette action atteignait 9 400 f en 1875 ; il correspondait à un capital social de 270 millions et à une valeur de 940 000 f pour la part entière : c'était un joli denier !

La Compagnie touchait alors au point culminant de sa prospérité ; les associés ne devaient plus revoir une période aussi fructueuse. Les prix de vente baissèrent rapidement ; l'extraction fut bien maintenue aux environs de 2 millions de tonnes, mais

le charbon ne valait plus que 11 f la tonne et le prix de revient augmentait jusqu'à atteindre le même chiffre. En 1883, le dividende était réduit à 100 f par centième de denier et l'action tombait à 2 000 f. (Voir le graphique *fig. 3.)*

Fig. 3. - COMPAGNIE DES MINES D'ANZIN

Graphiques de l'Extraction brute annuelle
des prix de vente et de revient par tonne
du cours moyen du centième de denier
et du dividende par centième de denier
(1872-1903)

Extraction brute annuelle en Tonnes

Dividendes distribués au centième de denier Francs

Cours du centième de denier Francs

Prix de vente et de revient Francs

Extraction annuelle brute

Prix de vente par tonne

Prix de revient général par tonne

Cours du centième de denier

Dividendes distribués au centième de denier

De 1885 à 1890, la situation s'améliora ; la production s'éleva jusqu'à 3 millions de tonnes. Les prix de vente descendirent, il est vrai, jusqu'à 9 f par tonne en 1888, mais la diminution sen-

sible du prix de revient permit de répartir un dividende de 230 f en 1890 ; le centième de denier remonta à 5000 f.

Il convient d'observer que ce relèvement considérable de la Compagnie des mines d'Anzin coïncide avec l'habile direction de notre ancien Collègue Guary, Directeur de la Compagnie, décédé en 1894.

Entre 1890 et 1900, l'extraction annuelle s'est maintenue au voisinage de 3 millions de tonnes et les bénéfices n'ont progressé que très lentement.

Au moment de l'Exposition universelle de 1900, les prix moyens de vente se relevèrent jusqu'à 15 f; mais il y eut une augmentation presque parallèle du prix de revient. Le centième de denier valait 6 800 f et le dividende correspondant était de 320 f.

Ces deux chiffres ont été ramenés, pour l'année 1903, à 5 500 f et 260 f en raison de la chute des prix de vente, avec une extraction brute de 3 100 000 t. J'aurai l'occasion de revenir sur la question financière dans le chapitre relatif à l'exploitation actuelle.

IV. — Gisement d'Anzin.

Il a été dit précédemment que dans les concessions d'Anzin le terrain houiller était formé de grès, de schistes et de couches de charbon, dont la nature variait avec la profondeur, et que la division de ces couches en cinq faisceaux reposait sur la teneur en matières volatiles.

Couches de charbon. — Les charbons maigres anthraciteux se trouvent à la partie inférieure du gisement. Ils s'appuient sur le calcaire carbonifère ; leur direction générale est Sud-ouest-Nord-est et leur inclinaison varie de 35 à 40 degrés vers le Sud.

Au-dessus de ces couches viennent, par ordre de superposition, les charbons quart-gras, demi-gras et gras.

Le gisement est coupé en deux parties bien distinctes par la grande faille Est-ouest dite « cran de retour ». Les charbons maigres, quart-gras et demi-gras se rencontrent au Nord du cran de retour, tandis que les charbons gras règnent au Sud.

Le tableau ci-après donne les différentes natures de houilles du gisement, leur analyse, leur puissance calorifique, leurs emplois, le nombre de couches exploitées et l'épaisseur totale du charbon dans chaque faisceau.

DÉSIGNATION DES VARIÉTÉS DE HOUILLE	NOMBRE DE COUCHES	ÉPAISSEUR TOTALE	CARBONE 0/0			HYDROGÈNE	AZOTE ET OXYGÈNE	POUVOIR CALORIFIQUE calculé.	EMPLOIS DES HOUILLES
			FIXE	VOLATIL	TOTAL				
		mètres						calories	
Charbons. maigres anthraciteux, faisceau de Vieux-Condé. . . .	11	7,00	90,00	1,90	91,90	3,80	4,30	8 200	Cuisson des briques et de la chaux. Chauffage domestique par appareils spéciaux.
Charbons maigres flambants, faisceau de Fresnes-Midi.	12	9,10	86,63	4,02	90,65	3,76	5,59	8 535	Chauffage des chaudières à vapeur en mélange avec une faible proportion de charbons gras. Chauffage domestique en foyers ouverts.
Charbons demi-gras, faisceaux de Saint-Louis, Thiers, Abscon. .	18	9,30	86,20	6,00	92,20	4,00	3,80	8 799	Qualité spéciale pour les chaudières tubulaires. Spéciaux pour chauffage domestique.
Charbons gras pour coke et forges, faisceau de Saint-Waast. . . .	11	6,95	77,20	7,30	84,50	4,20	11,30	8 276	Fabrication du coke. Forges maréchales; donnant le meilleur mélange avec les maigres flambants.
Charbons gras à longue flamme, faisceau Renard-Sud	10	7,00	75,74	6,01	81,75	5,41	12,84	8 357	Fours à puddler et à réchauffer; bon mélange avec les maigres flambants pour chaudières à vapeur.
Charbons gras pour gaz, faisceau Renard-Nord et Cuvette. . . .	8	5,50	69,39	15,56	84,95	6,35	8,70	9 184	Gaz d'éclairage et gazogènes.
TOTAUX.	70	44,85	Résultats moyens d'analyses, rapportés à la houille pure, déduction faite des cendres et de l'humidité.						

sept sur celui des charbons demi-gras et cinq sur celui des charbons maigres.

Production annuelle. — La production brute, déchets de triage et de lavage non déduits, s'est élevée à 3 136 488 t. C'est environ la moitié de la production du bassin du Nord, la septième partie de celle des bassins réunis du Nord et du Pas-de-Calais, et la onzième partie de la production totale de la France.

Ce tonnage se répartit de la façon suivante, au point de vue de la nature des charbons :

Charbons gras	1 045 878 t
Charbons demi-gras.	1 201 842
Charbons maigres.	888 768
TOTAL	3 136 488 t

Le tableau ci-après donne les noms des fosses, ou sièges d'extraction, avec la production de chacune d'elles.

RÉGIONS	DÉSIGNATION DES FOSSES	TONNAGE BRUT extrait en 1903	TONNAGE TOTAL
Charbons gras.	Hérin.	157 178	1 045 878
	Enclos	118 406	
	Renard	212 549	
	Rœulx	127 368	
	Cuvinot.	185 205	
	Blignières.	107 247	
	Dutemple	137 925	
Charbons demi-gras.	Thiers	203 417	1 201 842
	Bleuse Borne Saint-Louis	165 048	
	Haveluy.	126 729	
	Lambrecht	193 915	
	d'Audiffret-Pasquier	178 885	
	Saint-Mark	226 095	
	Casimir-Perier.	107 753	
Charbons maigres.	La Grange.	261 749	888 768
	Vieux-Condé	173 337	
	Chabaud-la-Tour.	308 467	
	Amaury.	106 993	
	d'Arenberg	38 222	
	ENSEMBLE.		3 136 488

Production par fosse. — En laissant de côté la fosse d'Arenberg, qui fut mise en exploitation régulière au mois de juillet 1903, on voit que la production annuelle par fosse varie entre 107 000 et 308 000 t. Elle est, en moyenne, de 172 000 t.

Ce chiffre doit être rapproché de la profondeur des niveaux d'exploitation, qui est, en moyenne, de 426 m, avec un maximum de 800 m.

Production par hectare concédé. — La superficie des concessions d'Anzin atteignant 28 088 ha, la production par hectare concédé ressort, en 1903, à 112 t. Mais il faut tenir compte des régions stériles, qui ont une étendue de 8 000 ha, et des parties complètement déhouillées, qui intéressent 2 400 ha.

Il ne reste donc que 17 688 ha utiles à l'exploitation, pour lesquels la production moyenne est de 177 t par hectare et par an.

Si l'on répartit ces 17 688 ha suivant la nature des charbons, on trouve :

Pour la région	des gras.	2 458 ha
—	des demi-gras	5 855
—	des maigres	9 375

On en déduit les chiffres ci-après pour la production de 1903, par hectare utile et par région :

425 t	dans la région	des charbons	gras ;
205 t	—	—	demi-gras ;
95 t	—	—	maigres.

Le faisceau des charbons gras est exploité avec toute l'intensité possible ; il ne reste pas de fosse à ouvrir dans cette région.

Dans le faisceau des demi-gras, la pauvreté du gisement et les dégagements de grisou forment les seuls obstacles à l'accroissement de la production par siège, car les fosses sont puissamment outillées.

Quelques sièges d'extraction devront disparaître dans un délai de dix ans, sur les faisceaux gras et demi-gras, par suite de l'épuisement du gîte. La production totale de ces charbons subira donc une réduction sensible.

Nouvelles fosses. — Deux nouvelles fosses sont ouvertes dans le faisceau des maigres : le siège d'Arenberg, qui fut mis en

exploitation régulière le 1er juillet 1903, et le siège Charles Ledoux, dont on achève le fonçage des puits et les installations mécaniques. On peut alors prévoir, d'ici quelques années, une augmentation progressive assez importante de la production des charbons maigres.

Bénéfices. — Malgré la baisse qu'a subie le prix moyen de vente depuis l'année 1901, les bénéfices de l'exploitation des mines, des usines et du chemin de fer, ainsi que les revenus des valeurs mobilières et immobilières, ont permis de distribuer, pour l'exercice 1903, un dividende de 26 000 f par denier, égal à celui de l'exercice 1902.

Ce dividende correspond à une répartition totale de 7 488 000 f aux associés. Si l'on y ajoute les sommes qui ont été attribuées aux travaux extraordinaires (1 398 585 f) et aux travaux d'installation des nouvelles fosses (1 681 851 fr.), on déduit un bénéfice « apparent » de 10 568 436 f, représentant 3,36 f par tonne brute extraite.

J'emploie avec intention le qualificatif « apparent », car je ne connais pas l'importance de la somme qui a été prélevée sur le bénéfice total pour les réserves.

Avoir social. — Le cours moyen du centième de denier à la bourse de Lille, est actuellement de 5 500 f. Il correspond à un capital social de 158 millions de francs.

Si l'on évalue toutes les dépenses moyennes de premier établissement à 40 f par tonne extraite, comme l'a fait M. Couriot dans son remarquable exposé du 8 janvier 1904 sur l'industrie minière, on trouve que le capital immobilisé à Anzin, pour une production annuelle de 3 millions de tonnes, ne serait que de 120 millions de francs.

Mais il faut ajouter que les conditions d'exploitation du gisement d'Anzin sont beaucoup plus difficiles que celles des gisements réunis du Nord et du Pas-de-Calais, par exemple, qui fournissent les deux tiers de la production française. Elles ont obligé la Compagnie à des dépenses de premier établissement beaucoup plus considérables.

Personnel ouvrier. — La production brute de 3 136 000 t fut obtenue, en 1903, avec 13 867 ouvriers, répartis de la manière suivante :

Service des mines	Mineurs à l'abatage. . .	5 717	10 181	11 923
	Ouvriers divers du fond.	4 464		
	Ouvriers divers à la surface des fosses.		1 742	
Service des établissements annexes, y compris le chemin de fer.				1 944
			Total	13 867

Production par ouvrier. — En laissant de côté le personnel des établissements annexes, on trouve que la production brute annuelle a atteint :

308 t par ouvrier du fond;
263 t par ouvrier des fosses (fond et jour).

Ces chiffres correspondent à un rendement journalier moyen de 1 060 kg par ouvrier du fond, et de 889 kg par ouvrier des fosses. Ils marquent une reprise sensible de l'intensité du travail dans la mine depuis deux ans. Le rendement journalier ne cessait, en effet, de décroître au cours de la dernière période décennale; il était tombé, en 1901, à 989 kg par ouvrier du fond et à 835 kg par ouvrier des fosses.

L'organisation du travail dans les travaux souterrains n'ayant pas été modifiée, il faut expliquer les variations précédentes par celles qui se sont manifestées sur la durée du travail au poste d'extraction.

Jusqu'en 1898, la durée moyenne de la journée du fond était de 10 h. 15 m.; le rendement de l'ouvrier ne descendait pas au-dessous de 1 132 kg.

En 1900, après les démarches répétées du bureau de la chambre syndicale des mineurs d'Anzin, une convention intervint entre la Compagnie et le Syndicat au sujet de la durée du travail. La Compagnie accordait l'autorisation de remonter une demi-heure plus tôt, mais le syndicat prenait l'engagement formel que le rendement de l'ouvrier du fond ne diminuerait pas. La journée était à ce moment de 9 h. 48 m. et le rendement de 1 046 kg.

Or, en 1901, la journée ayant été réduite à 9 h. 18 m., le rendement tombait à 989 kg !

En 1903, la durée de la journée du fond s'est relevée à 9 h. 43 m. et la production est remontée à 1 060 kg.

Le temps employé par chaque ouvrier pour descendre, pour

aller de l'accrochage au chantier et pour se mettre au travail, est de 45 minutes en moyenne. Il faut compter le même délai pour quitter le travail, revenir à l'accrochage et remonter au jour. Enfin, la durée du repas pris au fond est de 30 minutes. Il reste donc 7 h. 43 m. de travail effectif par journée du fond.

Havage mécanique. — La Compagnie d'Anzin a fait des essais en vue d'augmenter le rendement de l'ouvrier par l'application du havage mécanique, qui donne de brillants résultats dans les mines de l'Amérique du Nord.

Vers 1901, ses Ingénieurs étudièrent la possibilité d'employer les haveuses américaines pour l'abatage du charbon dans les couches d'Anzin. M. Saclier, Ingénieur en chef des travaux souterrains, a publié une note sur ces études dans les *Annales des Mines* (année 1902). J'extrais de cette note le résumé suivant :

» Les couches d'Anzin sont trop minces, leurs épontes trop ébouleuses et leurs inclinaisons trop variables pour permettre l'usage d'outils lourds, encombrants, construits spécialement pour des veines épaisses, solides et faiblement inclinées.

» De tels appareils ne pourraient pas pénétrer entre le mur et le toit de nos veines ordinaires et, même dans les plus épaisses (0,80 m à 1 m), les ouvriers affectés à leur manœuvre travailleraient dans de mauvaises conditions d'équilibre. La plupart des haveuses américaines, loin de fournir plus de gros produits, convertiraient en pulvérulent 30 0/0 de la partie utile du charbon, ce qui nous occasionnerait une perte commerciale importante. Leur emploi nous conduirait aussi à faire séjourner le personnel dans des fronts de taille insuffisamment boisés, conditions inacceptables quand on se soucie, avant tout, de la sécurité des ouvriers. »

Malgré cette déception, la Compagnie d'Anzin ne fut pas découragée ; ses Ingénieurs cherchèrent un appareil capable de se plier aux difficultés du gisement. Ils transformèrent les perforatrices du type Burton, en leur adjoignant un dispositif qui permet la rotation sur l'affût, dans un plan donné, et qui fait varier l'inclinaison de ce plan dans tous les sens.

Ces haveuses, mues par l'air comprimé, pouvaient se loger entre deux lignes de boisage écartées de 1 m environ et faire une coupure dans le charbon de 1,50 m de profondeur sur 0,06 m de hauteur.

Malheureusement, les résultats des essais n'ont pas laissé en-

trevoir un développement possible du havage mécanique dans les tailles, la surproduction obtenue à l'abatage du charbon ayant été compensée par les dépenses d'outillage et d'air comprimé.

Le champ d'application des perforatrices actuellement employées semble devoir se limiter, à Anzin, au creusement des grandes galeries de roulage, pour activer les travaux préparatoires, de sorte que leur influence sur le rendement de l'ouvrier mineur ne sera guère appréciable.

Salaires. — La Compagnie d'Anzin a payé, en 1903, 19 443 000 f de salaires à ses ouvriers, dont 16 941 000 f pour les ouvriers des fosses (fond et jour).

Le salaire annuel moyen a été de 1 483 f par ouvrier du fond et de 1 445 f par ouvrier des fosses, ce qui correspond à un salaire journalier de 5,10 f dans le premier cas et de 4,88 f dans le second.

Le prix de la main-d'œuvre, par tonne brute extraite, s'est élevé à 5,49 f.

Les graphiques de la figure 4 permettent de suivre les variations du salaire journalier et du prix de la main-d'œuvre par tonne brute, depuis un siècle.

Le salaire annuel moyen indiqué par la Compagnie d'Anzin représente le gain total de l'ouvrier, toutes primes comprises. Il résulte de la division de la somme totale gagnée par le nombre moyen d'ouvriers occupés, tout ouvrier qui a travaillé un ou ou plusieurs jours pendant une quinzaine comptant pour une unité.

Le salaire publié par l'Administration des mines dans les statistiques de l'Industrie minérale, est obtenu en divisant la somme totale gagnée par un nombre d'ouvriers calculé en faisant le quotient des descentes à chaque fosse par le nombre de jours d'extraction de la fosse. Il est donc un peu supérieur à celui des statistiques fournies par la comptabilité de la Compagnie.

De même, le prix de la main-d'œuvre par tonne extraite est établi par la Compagnie sur la production brute, déchets de triage et de lavage non déduits, tandis que celui de l'Administration des Mines est calculé sur la production nette, tous déchets déduits.

Les mineurs proprement dits travaillent à l'entreprise et les herscheurs des tailles, tantôt à l'entreprise, tantôt à la journée.

On voit que la Compagnie d'Anzin est particulièrement favorisée; elle ne compte, pour 1903, que 4 ouvriers tués sur 11 923 hommes occupés aux fosses, soit une proportion de 0,33 par 1 000 ouvriers et par an.

Grisou. — Le gisement d'Anzin est cependant grisouteux, de sorte que les chances d'accidents y sont plus grandes que dans un certain nombre d'autres houillères. Mais les précautions prises par la Compagnie sont en rapport avec les dangers que présente son exploitation. Les expériences concluantes qui ont ont été faites par ses Ingénieurs, pour introduire l'usage des explosifs de sûreté dans les mines françaises, ont contribué à augmenter la sécurité des ouvriers mineurs.

On sait que les accidents causés par le grisou sont généralement dus à l'emploi des lampes et des explosifs. La découverte des explosifs de sûreté devait donc rendre aux mineurs des services comparables à ceux de l'invention des lampes de sûreté.

La commission française du grisou établit, en 1887, la théorie des explosifs capables d'assurer une certaine sécurité dans les mines grisouteuses; les études étaient basées sur la découverte faite par MM. Mallard et Le Châtelier, de la propriété que possèdent les mélanges d'air et de grisou de présenter un retard à l'inflammation.

La température d'inflammation de ces mélanges est de 650 degrés; mais ils ne s'enflamment qu'après un certain temps, dix secondes au maximum. Ce phénomène assure des résultats d'autant meilleurs, au point de vue de la non-inflammation de l'atmosphère ambiante, que la charge est plus faible et que la température des gaz, au moment de la détonation, est moins élevée.

On a cherché à partir de quelle température les gaz provenant de la détonation n'allumaient plus le grisou lorsqu'on opère sur une charge déterminée, 50 g par exemple. Cette température, dite d'inflammation du grisou, a été fixée à 2 200 degrés à la suite d'expériences faites à Sevran-Livry.

Jusqu'en 1889, la commission étudia les explosifs brisants ayant une température de détonation inférieure à 2 200 degrés; la poudrerie nationale les fabriqua et ils furent répartis pour essais entre plusieurs mines grisouteuses de France.

Les résultats ne donnèrent pas entièrement satisfaction. La puissance explosive des mélanges successivement essayés était notablement plus faible que celles de la dynamite n° 1 du com-

merce et surtout de la dynamite-gomme. Les ouvriers se montraient réfractaires à l'emploi des nouveaux explosifs, en raison de leur infériorité manifeste sur les dynamites auxquelles ils étaient habitués.

La Compagnie d'Anzin voulut bien se charger, en même temps que la Compagnie de Roche-la-Molière et Firminy et que les mines de Ronchamp, de poursuivre les études, sur une grande échelle, des nouveaux explosifs. Elle expérimenta avec succès le mélange de 12 0/0 de nitroglycérine, gélatinisée au moyen du coton octonitrique, et de 88 0/0 d'azotate d'ammoniaque, préconisé par la Société générale pour la fabrication de la dynamite, qui devint la grisoutine couche B. Les résultats furent très encourageants. M. François, alors Ingénieur en chef de la Compagnie, fit opérer des essais d'explosifs en augmentant successivement la quantité de nitro-glycérine, tout en se maintenant dans les limites d'une température de détonation présentant toute sécurité, ce qui conduisit à un explosif de sûreté plus puissant contenant 30 0/0 de nitro-glycérine gélatinisée et 70 0/0 d'azotate d'ammoniaque. Ce fut la grisoutine-gomme G ; sa force brisante était égale à 92 0/0 de celle de la dynamite-gomme et sa température de détonation n'excédait pas 1 900 degrés.

En mars 1890, après dix mois d'essais, la Compagnie d'Anzin avait employé plus de 30 000 kg des nouveaux explosifs ; grâce à la persévérance de M. François et du personnel des Ingénieurs, la période de tâtonnement était close.

Les résultats obtenus tant à Anzin que dans les autres exploitations susindiquées, parurent si probants, qu'en août 1890 une circulaire ministérielle imposait à toutes les mines françaises, dans des conditions déterminées, l'emploi des explosifs dits de sûreté.

Installations générales de la surface. — Il ne saurait être question d'exposer ici, ou même d'énumérer les installations générales qui ont été faites par la Compagnie sur dix-neuf sièges d'extraction et vingt-cinq puits d'aérage ou d'épuisement pour les besoins de son exploitation.

Je donnerai seulement quelques chiffres, qui permettront de se rendre compte de l'importance de ces installations, et j'indiquerai dans un chapitre spécial les grandes lignes des établissements annexes, tels que : chemin de fer, usines à coke, à briquettes, atelier de réparation, etc.

Le domaine de la Compagnie a une superficie totale de 1 534 ha. Les carreaux des fosses occupent 132 ha, dans lesquels la surface bâtie entre pour 5 ha 27.

Les établissements annexes, non compris le chemin de fer, s'étendent sur 31 ha et les constructions couvrent 1,79 ha.

La Compagnie possède 290 machines fixes représentant une puissance totale de 36 000 ch. Les machines d'extraction entrent dans ce chiffre pour 24 000 ch.

L'épuisement des eaux souterraines est obtenu au moyen de huit pompes à vapeur, installées dans sept puits, et de trois pompes électriques fonctionnant dans trois autres fosses. Sur neuf sièges, l'épuisement se fait par les machines d'extraction avec des caisses à eau.

Le volume total de l'eau extraite chaque jour de la mine s'élève à 6 000 m³ en moyenne; les pompes représentent une force de 3 430 ch.

L'aérage des travaux souterrains est assuré par vingt et un ventilateurs Guibal, dont le diamètre varie entre 4 et 9 m, quatre ventilateurs Ser de 1,40 m à 2,50 m de diamètre, un ventilateur Mortier de 2,50 m et deux ventilateurs Rateau de 2,80 m.

Ces vingt-huit appareils ne fonctionnent pas simultanément; neuf d'entre eux sont immobilisés comme secours. Vingt-quatre ventilateurs sont actionnés par machines à vapeur et quatre par moteurs électriques; l'ensemble correspond à une puissance de 1 750 ch et le volume de l'air extrait par seconde dans toutes les fosses atteint 740 m³.

Les compresseurs d'air représentent une force totale de 2 450 ch.

Enfin, des ateliers de criblage sont répartis sur les différents sièges, ainsi que sept lavoirs du système Lührig et Coppée. En 1903, il a été lavé 789.200 t de charbons.

Installations électriques. — La Compagnie d'Anzin a examiné, l'année dernière, la possibilité de créer une vaste usine centrale, capable de fournir l'énergie électrique non seulement à ses établissements, mais encore aux industriels de la région jusqu'à Valenciennes, Douai, et même Lille et Roubaix.

L'installation et l'exploitation de cette usine devaient être obtenues par une Société particulière, constituée dans ce but. La Compagnie d'Anzin lui aurait vendu le charbon nécessaire au

fonctionnement des chaudières et lui aurait acheté la force motrice sur les différents points d'utilisation dans ses établissements.

Le projet a été étudié très sérieusement, mais les pourparlers n'ont pu aboutir pour la constitution de la Société en question. Il est probable que la Compagnie reprendra cette idée pour son propre compte, en limitant l'usine à une station centrale unique qui produira l'énergie utile aux fosses et aux annexes.

Actuellement, la Compagnie d'Anzin possède deux stations génératrices : l'une, à Saint-Waast, fournit du courant triphasé à 2.500 volts pour le chantier d'Anzin; l'autre à d'Arenberg, donne du courant continu à 500 volts pour les besoins de la fosse. J'aurai l'occasion de revenir sur ces deux installations dans les chapitres suivants.

Deux autres stations sont en cours d'exécution aux fours à coke de Turenne et à la nouvelle fosse Charles Ledoux. Enfin, il faut citer pour mémoire les petits groupes de Lambrecht (90 kilowatts en courant continu à 500 volts, pour pompe souterraine), d'Amaury (courant continu à 350 volts, pour traînage et ventilateur) et de Casimir-Perier (80 kilowatts en courant triphasé à 2.500 volts, pour pompe souterraine).

Organisation des différents services de la Compagnie. — Il a été dit, dans le chapitre II, à propos de la fondation de la Compagnie d'Anzin, que la haute direction de la Société était entre les mains d'un *Conseil de Régie* composé de six associés-régisseurs dont le président est M. Casimir-Perier.

Les six régisseurs titulaires sont secondés par trois régisseurs adjoints ayant voix consultative. Un ingénieur des mines et un avocat sont également adjoints à la régie comme conseils.

A la tête des services, est placé un *Directeur général*, fondé de pouvoirs de la régie, qui a la signature pour toutes les affaires de la Compagnie en vertu d'une procuration spéciale.

En cas d'absence, le directeur général est suppléé par le secrétaire général, qui a la signature pour toutes les affaires administratives.

Les services sont dénommés et organisés de la manière suivante :

1° Le *Secrétariat général*, qui comprend : le secrétariat du Conseil de régie et de la Direction générale, le bureau du personnel et des pensions et secours, le contentieux, le service financier

et la comptabilité, le service des approvisionnements, les magasins et l'exploitation du chemin de fer;

2° Le *Service commercial*, chargé de la vente des charbons, cokes et briquettes et de la direction des rivages d'embarquement. Le chef de ce service a sous ses ordres seize représentants qui résident dans différentes villes du nord, de l'est et de l'ouest de la France;

3° Le *Service des Travaux du fond*, à la tête duquel est placé un ingénieur en chef qui a sous ses ordres six ingénieurs divisionnaires. Chaque fosse est dirigée par un ingénieur relevant directement de l'ingénieur divisionnaire;

4° Le *Service des travaux du jour*, ayant à sa tête un ingénieur en chef. Il comprend les travaux neufs, les travaux d'entretien, les ateliers et le matériel de différents établissements, les services de la voie et de la traction du chemin de fer. La direction de chacune de ces branches est confiée à un ingénieur spécial relevant de l'ingénieur en chef.

5° Le *Service des fabrications*, dirigé par un ingénieur en chef, assisté d'un ingénieur et de deux sous-ingénieurs. Il comprend les ateliers de lavage, de carbonisation et d'agglomération.

Les services de la Compagnie d'Anzin occupent 756 employés et agents, dont l'ensemble des traitements a été pour 1903 de 1.657.300 francs, soit en moyenne 2.192 francs par employé.

La Compagnie accorde à ses employés des allocations de chauffage, les médicaments au prix de revient et le logement ou une indemnité de logement à ceux qui sont mariés. Elle possède 118 maisons de chefs de service ou d'employés, 2 maisons affectées à l'administration et 61 à des services spéciaux.

VI. — Établissements annexes.

Chemin de fer. — La Compagnie des mines d'Anzin exploite une ligne de chemin de fer d'intérêt général de 37 km de longueur, qui relie Somain, station des Chemins de fer du Nord, avec Péruwelz, station des chemins de fer de l'État belge.

Elle a obtenu cette concession pour quatre-vingt-deux années, qui expireront le 31 décembre 1950.

Les principales localités du parcours sont desservies par seize gares. Celles de Fresnes, Bruai, Valenciennes et Somain, sont communes avec la Compagnie du Nord; celle de Péruwelz se confond avec la gare de l'État belge.

La construction de la partie comprise entre Somain et Anzin remonte à 1835; c'est l'un des premiers chemins de fer à voie large qui aient été établis en France et exploités par locomotives. Les machines étaient fabriquées à l'époque dans les ateliers de la Compagnie.

La seconde partie de la ligne, d'Anzin à Péruwelz, n'a été mise en exploitation qu'en 1874.

Le chemin de fer a coûté 17.722.400 francs, y compris le matériel roulant.

Les fosses, les usines et la gare d'eau de Denain sont reliées à la ligne principale par une série d'embranchements particuliers dont la longueur totale est de 43 km environ. Tous les établissements de la Compagnie sont donc mis en relation directe avec les Chemins de fer du Nord, avec les Chemins de fer belges et avec l'Escaut canalisé, qui traverse la région méridionale des concessions.

Le matériel roulant comprend 47 locomotives de types divers, dont 32 sont chaque jour en service, 80 voitures à voyageurs et fourgons, et 1.825 wagons à marchandises.

Le chemin de fer a transporté, dans le courant de l'année 1903, 1.432.736 voyageurs et 3.960.511 t de marchandises, dont 3.471.402 t pour le compte de la Compagnie.

Les différents services de la traction, de l'exploitation et de la voie occupent un personnel de 615 employés et ouvriers.

La Compagnie possède à Saint-Waast un atelier spécial pour la réparation des locomotives, et à Anzin un atelier de réparation pour les voitures et les wagons. Le personnel attaché à ces ateliers se compose de 82 ouvriers.

Rivages. — Une gare d'eau centrale, très importante, où les charbons, cokes et briquettes sont amenés par chemin de fer et chargés sur bateaux, est installée à Denain.

Il existe en outre divers points d'embarquement à proximité des fosses situées sur le canal de l'Escaut, telles que Thiers, Vieux-Condé et l'Enclos.

Fabrication du coke. — Le lavage des charbons nécessaires à la fabrication du coke est obtenu avec des appareils Lührig et Coppée, répartis sur différentes fosses.

Les usines à coke comprennent 300 fours du type Coppée, 60 fours Smet et 50 fours à récupération de sous-produits Smet-

militaire, la Compagnie versera par fractions, tant que cet ouvrier restera au fond et dans un délai égal à la durée de sa présence effective sous les drapeaux, une somme représentant les versements qu'elle aurait faits à son profit s'il avait continué son travail sans interruption et s'il avait gagné durant cette période, les mêmes salaires que pendant l'année qui a précédé son départ ».

La pension des ouvriers qui ont des années de services antérieures au nouveau réglement est calculée, pour ces années de services, d'après les tarifs de l'ancien règlement, c'est-à-dire à raison de 5 francs par année de services, avec un supplément annuel de 30 f en moyenne, pour les ouvriers mariés et vivant avec leur femme.

Avec l'application du nouveau règlement et le taux actuel d'intérêt de la Caisse nationale des retraites, la pension viagère de l'ouvrier qui sera entré à la Compagnie à 13 ans et y sera resté jusqu'à 55 ans, pourra s'élever à environ 600 francs et celle de sa veuve à 200 f.

De plus, en exécution des engagements pris par les Compagnies houillères du Nord lors de la sentence arbitrale rendue le 7 novembre 1902, à la suite de la conférence qui eut lieu à Lille entre les directeurs de ces Compagnies et les délégués de leurs ouvriers, le Conseil de régie a arrêté les dispositions suivantes :

« Pendant une durée de cinq ans, à partir du 1er janvier 1903, ou jusqu'au jour où une nouvelle loi interviendrait en la matière avant l'expiration de ce délai, les retraites acquises en vertu de la loi du 29 juin 1894 ou des règlements intérieurs de 1887 et 1895, par les ouvriers de la Compagnie réunissant la double condition de 55 ans d'âge et de 30 ans de services, ayant cessé de travailler, et dont la pension sera liquidée à dater du 1er janvier 1903, seront, pour les ouvriers français seulement, majorées des sommes nécessaires pour porter lesdites pensions à :

« 600 f pour les ouvriers mineurs proprement dits, ayant au moins 30 ans de services à la Compagnie d'Anzin même ;

« 550 f pour les ouvriers mineurs proprement dits, ayant au moins 30 ans de services dans les Compagnies houillères du Nord ou du Pas-de-Calais et finissant leur carrière à Anzin. Toutefois, le chiffre de la pension ne sera pas inférieur à celui

que l'on obtiendrait en attribuant à l'ouvrier un trentième de la majoration pour chacune de ses années de services à la Compagnie d'Anzin ;

« 450 f pour les ouvriers du fond autres que les mineurs proprement dits ayant au moins 30 ans de services à la Compagnie d'Anzin même ;

« 400 f pour les ouvriers du fond autres que les mineurs proprement dits ayant au moins 30 ans de services dans les Compagnies du Nord ou du Pas-de-Calais et finissant leur carrière à Anzin ;

« 300 f pour les ouvriers du jour ayant au moins 30 ans de services à la Compagnie d'Anzin même ;

« 250 f pour les ouvriers du jour ayant au moins 30 ans de services dans les Compagnies houillères du Nord et du Pas-de-Calais et finissant leur carrière à Anzin ;

« Pour les ouvriers ayant atteint l'âge de 55 ans sans avoir 30 ans de services, ces majorations seront réduites proportionnellement à la durée des services ;

« Quand un ouvrier aura, dans le cours de sa carrière, passé d'une catégorie d'emploi dans une autre, le calcul de la majoration tiendra un compte proportionnel des années de services passées dans chaque catégorie d'emploi ».

Les dépenses occasionnées en 1903 à la Compagnie d'Anzin, pour le service des pensions de retraites et pour les secours annuels, se résument comme suit :

Pensions aux anciens ouvriers	385 070 f	
Pensions aux veuves d'ouvriers	111 706	
Secours annuels renouvelables aux anciens ouvriers et à leurs familles.	74 168	Ouvriers : 995 347 f.
Versement de 2 0/0 des salaires à la Caisse nationale des retraites (loi de 1894)	324 403	
Constitution du capital nécessaire au paiement des majorations accordées aux ouvriers pour longs services.	100 000	
A reporter. . . .	995 347 f	

Report. . . .	995 347 f	
Pensions à des chefs ouvriers et employés, et pensions à des veuves de chefs ouvriers et employés.	354 529	Chefs ouvriers et employés : 500 529 f.
Versement à la Caisse nationale des retraites de 2 0/0 des traitements des chefs ouvriers et employés.	26 000	
Constitution du capital nécessaire au paiement des primes accordées aux chefs ouvriers et employés pour longs services.	120 000	
TOTAL . .	1 495 876 f.	

Accidents. — La loi du 9 avril 1898 a fixé les droits des ouvriers victimes d'accidents ou les droits de leur famille.

La Compagnie d'Anzin n'avait pas attendu cette loi pour allouer à ses ouvriers, victimes d'accidents, ou à leur famille, des secours temporaires et des pensions. Dans le cas de blessures graves ou d'infirmités prématurées contractées en travaillant, la pension pouvait être liquidée par anticipation. Elle comprenait la rente à liquider par la Caisse de la vieillesse, la prime pour longs services et une allocation de la Compagnie qui pouvait atteindre 180 f par an.

La pension des veuves d'ouvriers tués ou morts des suites de blessures reçues en travaillant comprenait la rente à liquider par la Caisse de la vieillesse, la prime pour longs services et une allocation de 18C f par an, à laquelle s'ajoutait généralement un secours annuel renouvelable de la même importance.

Des secours temporaires étaient accordés aux orphelins jusqu'à l'âge où ils pouvaient commencer à travailler.

Les parents d'ouvriers tués ou morts des suites de blessures reçues en travaillant, recevaient une pension de 180 f par an, si l'ouvrier pouvait être considéré comme soutien de famille.

Les anciens règlements de la Compagnie sont parfois plus avantageux, pour les ouvriers, que la loi actuelle ; il a été décidé par le Conseil de Régie que, dans ce cas, les anciens règlements continueraient à être appliqués.

L'observation de la loi de 1898 a coûté en 1903, à la Compa-

gnie d'Anzin, pour la capitalisation des rentes nécessaires, la somme de 295 165 f.

Caisses de secours. — Les ouvriers de la Compagnie sont groupés en six sociétés de secours.

L'une d'elles fonctionne sous le régime pur et simple de la loi du 29 juin 1894. Les cinq autres sont des Sociétés de secours mutuels qui ont conservé l'organisation qu'elles avaient antérieurement à la loi de 1894 et qui fonctionnent comme caisses de secours en vertu de l'article 18 de ladite loi.

Le Comité administratif de la Société des Mineurs d'Haveluy-Lambrecht et d'Audiffret-Pasquier, par exemple, comprend 10 employés et 27 ouvriers. Les Comités des autres Sociétés ont une composition analogue.

Les Sociétés ne sont pas obérées du fait des accidents. En vertu de l'article 6 de la loi du 9 avril 1898, une convention, approuvée par le Ministre des Travaux publics, est intervenue entre les cinq Sociétés de secours mutuels précédentes et la Compagnie d'Anzin. Aux termes de cette convention, chaque Société se charge, pendant quatre-vingt-dix jours, de payer aux blessés une indemnité quotidienne de 1 f. La Compagnie, fournit en échange comme subvention à la Société, les médicaments et les frais médicaux pour tous les sociétaires, tant en cas de maladie qu'en cas de blessure.

Des états statistiques fournis au Ministre des Travaux publics montrent que ces conventions sont à l'avantage des Sociétés de secours mutuels. Au cours d'une année, l'ensemble des frais médicaux et pharmaceutiques supportés par la Compagnie, pour le traitement des malades des cinq Sociétés de secours comprises dans les conventions, est de 104 718 f. L'indemnité quotidienne de 1 f payée aux blessés pendant le même temps est de 35 162 f. Le bénéfice résultant des conventions est donc de 69 556 f pour les Sociétés de secours mutuels.

Voici le résumé des opérations de ces Sociétés pour 1903 :

Nombre de sociétaires.	10 401
Recettes	234 414 f
Dépenses.	212 187 f

Depuis 1892, la Compagnie d'Anzin verse chaque année aux six caisses de secours, comme subside, une somme égale au dividende d'un demi-denier. Ces Sociétés ont reçu de ce chef, pour 1903, 10 879 f.

Sociétés coopératives. — Une Société coopérative, dite des Mineurs d'Anzin, a été fondée en 1865 sous le patronage de la Compagnie. Elle est aujourd'hui tout à fait indépendante. Le nombre actuel des sociétaires acheteurs est de 7 000.

Les ventes de 1903 se sont élevées à 5 259 214 f, donnant un bénéfice net de 1 196 866 f, à répartir entre les sociétaires, au prorata de leurs achats.

Caisse d'épargne. — En 1869, la Compagnie établissait une Caisse de dépôts, dans laquelle les ouvriers pouvaient faire des versements jusqu'à concurrence d'une somme de 2000 f. Elle n'encourage plus ces versements depuis que la création de la Caisse d'épargne postale a donné aux ouvriers toutes facilités et toutes garanties pour le placement de leurs économies.

Service de santé. — Le Service de santé est fait par 13 médecins, dont 6 médecins principaux et 7 médecins adjoints, ayant chacun une circonscription. L'un d'eux traite spécialement les affections des yeux. Ils donnent gratuitement leurs soins aux ouvriers malades et blessés, ainsi qu'à leurs familles.

Chaque médecin dispose, au centre de sa circonscription, d'une chambre de consultation, où il reçoit tous les jours, à certaines heures, les malades et les blessés qui peuvent s'y rendre ; les autres sont visités à domicile.

Les ouvriers reçoivent gratuitement : des médicaments, des secours pécuniaires déterminés par un règlement, du vin, de la viande et du bouillon.

Une pharmacie centrale est établie à Anzin, et un dépôt des médicaments usuels existe dans chaque chambre de consultation. La distribution des médicaments préparés à la pharmacie centrale se fait tous les jours dans chaque circonscription.

Le Service de santé a coûté à la Compagnie 177 832 f, pendant l'année 1903.

Cette somme se répartit comme suit :

Appointements des médecins, allocations de chevaux et voitures, et service des chambres de consultation	78 178 f
Appointements du personnel de la pharmacie et frais généraux	30 515
Médicaments	69 139
TOTAL	177 832 f

De plus, la Compagnie a distribué, en 1903, les secours pécuniaires ci-après :

Aux blessés	65 121 f
Aux malades, versement aux Sociétés de secours d'une somme égale à la moitié des cotisations des membres participants. (Application de la loi du 29 juin 1894)	81 327
Aux nécessiteux	14 221
Total	160 669 f

Habitations ouvrières. — Auprès de tous les sièges d'exploitation, la Compagnie d'Anzin a construit ou acheté des maisons pour loger ses ouvriers; le nombre en est aujourd'hui de 3 124.

Les constructions en cités ouvrières ont d'abord prévalu; mais, devant les inconvénients qu'elles présentent au point de vue de la salubrité et de la moralité, la Compagnie ne créa plus que des groupes isolés, malgré l'excédent des frais de premier établissement qui en résulte. Un jardin de 2 à 4 ares est affecté à chaque maison.

Ces maisons sont louées aux ouvriers 69 f en moyenne par an, ce qui représente à peine l'intérêt à 1,5 0/0 du capital immobilisé, déduction faite des dépenses d'entretien.

Dans le but de pousser les ouvriers à l'épargne, la Compagnie a construit, à différentes époques, des maisons isolées, avec jardins, qu'elle leur a vendues au prix de revient; elles sont payables par retenues mensuelles, à peu près égales au loyer d'une maison de même importance dans la localité, et sans intérêt.

93 maisons, ayant coûté 275 207 f, ont été ainsi vendues aux ouvriers.

La Compagnie a fait également des avances de fonds à ses ouvriers, avec les mêmes facilités de remboursement, pour l'achat ou la construction de maisons destinées à leur usage.

Ces avances ont atteint 1 534 136 f. La plus grande partie de cette somme se trouve remboursée aujourd'hui. Grâce à ces facilités, les ouvriers ont construit ou acquis pour eux 798 maisons.

Les avantages précédents correspondent, pour l'année 1903, à une dépense de 346 727 f, décomposée de la manière suivante :

Perte annuelle sur le loyer de 3124 maisons	346014 f
Perte d'intérêts sur les avances de fonds et les maisons vendues (intérêt à 3 0/0)	713
Total.	346727 f

J'aurai l'occasion de parler des dispositions adoptées pour les maisons ouvrières récemment construites, dans le chapitre réservé à la visite de la fosse d'Arenberg.

Allocations de charbon. — La Compagnie accorde, à chacun de ses ouvriers, 7 quintaux de charbon menu par mois. Cette allocation gratuite est augmentée en cas de maladie, et pour toutes les familles comptant plus de six personnes.

En 1903, 820593 quintaux ont été répartis entre les ouvriers.

Ce tonnage, compté à raison de 0,60 f par quintal, représente une dépense de 492356 f.

Instruction, culte et avantages divers. — La Compagnie d'Anzin possède une école de garçons à Thiers, village entièrement formé de maisons ouvrières qui lui appartiennent.

Elle a donné une école à chacune des communes de Fresnes et de Vieux-Condé, et des salles d'asile ont été établies, à ses frais, dans les villages de Bellevue, Wallers, Saint-Waast et La Sentinelle.

Dans ces deux dernières localités, elle a fondé, en outre, des écoles de filles et des ouvroirs. Elle favorise, par des subventions en argent et en nature, l'établissement de salles d'asile, communales et particulières, partout où demeurent un certain nombre de ses ouvriers.

Une école préparatoire spéciale, dont les cours théoriques et pratiques sont faits par les Ingénieurs de la Compagnie, reçoit les meilleurs élèves des écoles primaires. Des allocations sont accordées chaque année à plusieurs de ces jeunes gens après leur entrée à l'école des maîtres-mineurs de Douai.

Les dépenses d'instruction, pour 1903, ont été les suivantes :

Subventions annuelles à des institutions et asiles. .	20650 f
Allocations de chauffage aux écoles	1633
Livres de distributions de prix et livrets de Caisse d'épargne.	1232
Construction et entretien des écoles.	1715
Total.	25230 f

Les églises de Thiers, d'Anzin, de Saint-Waast et de La Sentinelle appartiennent à la Compagnie, qui paie les traitements de leurs desservants.

La Compagnie alloue une somme de 12 f à chaque fils de mineur admis à la première communion, pour aider les parents à acheter les vêtements nécessaires. Il en est résulté, pour l'année 1903, une dépense de 5124 f.

Résumé. — En résumé, si l'on mesure les efforts accomplis pour le développement des œuvres de prévoyance sociale aux dépenses qu'elles ont occasionnées, on trouve que la récapitulation suivante, relative à l'année 1903, permet à la Compagnie des Mines d'Anzin d'occuper une des premières places dans l'industrie française :

Pensions de retraites et secours annuels aux ouvriers, chefs-ouvriers, employés, et aux veuves.	1 495 876 f
Application de la loi sur les accidents	295 165
Service de santé, secours aux malades et aux blessés, allocations diverses.	354 504
Pertes sur loyers de maisons ouvrières	346 727
Allocation de charbon	492 356
Frais d'instruction et culte	25 230
TOTAL.	3 009 858 f

Cette somme représente 1 f environ par tonne extraite.

VIII. — Visite au « Chantier d'Anzin ».

Le programme de l'excursion ne comportait pas la visite du chantier d'Anzin; il n'y a eu, en réalité, qu'une simple promenade de digestion dans les nouveaux ateliers de la Compagnie, avant de rejoindre le train spécial à destination de la fosse d'Arenberg.

Néanmoins, beaucoup de nos collègues furent vivement intéressés par le fonctionnement des machines-outils et des engins de manutention actionnés par moteurs électriques, car les organisateurs eurent quelque peine à rassembler les visiteurs, essaimés dans les vastes bâtiments.

M. Casimir-Perier disait, à la fin du déjeuner, combien il était heureux de nous recevoir au Chantier d'Anzin, qui fut le berceau de la Compagnie. C'est, en effet, sur l'emplacement de l'an-

cienne fosse du « Pavé » que les premiers ateliers et magasins ont été édifiés, en 1846. On pourra songer, en examinant le plan d'ensemble du chantier actuel *(fig. 3, Pl. 79)*, que le berceau s'est développé jusqu'à devenir une grande école industrielle, où les petits-enfants des premiers mineurs d'Anzin trouveront les perfectionnements qui ont été apportés depuis un siècle dans l'outillage mécanique.

Je donnerai un aperçu des installations effectuées ou projetées dans les principaux ateliers que nous avons parcourus, en laissant de côté les magasins et autres aménagements, qui sont reproduits sur la même planche.

La transformation du Chantier d'Anzin date de 1901, et il est probable qu'en 1905 tous les anciens établissements auront disparu. Cette transformation a été étudiée par la Compagnie, en prenant comme point de départ l'application de la commande électrique aux machines-outils et aux appareils de manutention, dans les conditions suivantes :

Les machines-outils exigeant plus de 5 ch, ainsi que les appareils isolés ou sujets à de fréquents déplacements, seront commandés par moteurs spéciaux. Les autres machines seront groupées sur des transmissions aussi réduites que possible, actionnées par moteurs développant au moins 5 ch.

Les groupements ont été établis en tenant compte des relations imposées en principe aux machines, et de manière à absorber un travail moyen voisin du travail maximum disponible sur l'arbre des moteurs. On se trouve placé ainsi dans les meilleures conditions de rendement.

Les moteurs attaquent généralement les machines-outils et les arbres de transmission par l'intermédiaire de courroies. Les engrenages et les vis sans fin ne sont employés que dans des cas tout à fait spéciaux.

Les variations de vitesse s'obtiennent mécaniquement, au moyen de poulies étagées ou de trains d'engrenages disposés sur les outils eux-mêmes.

La plupart des moteurs électriques ont été fournis par la Société Alsacienne de Constructions mécaniques; ils sont alimentés par du courant triphasé, sous 110 volts, et chacun d'eux a une puissance variant entre 5 et 20 ch.

Production de l'énergie électrique. — La station génératrice est située à Saint-Waast, à 2 km du Chantier. Elle comprend trois

groupes électrogènes, de 300 kilowatts; chaque groupe se compose d'une machine à vapeur compound à détente Corliss, construite par la maison Dujardin, et d'un alternateur compound Boucherot, construit par la maison Bréguet.

La vapeur est obtenue, à la pression de 8 kg, dans des chaudières semi-tubulaires, chauffées par les gaz d'une batterie de quatre-vingts fours à coke. Les alternateurs fournissent le courant triphasé sous 2 500 volts.

Transport de l'énergie électrique. — Une partie de l'énergie électrique de cette station centrale est consommée aux usines de carbonisation et d'agglomération de Saint-Waast, ainsi qu'à la fosse Saint-Louis, par des moteurs fonctionnant à 2 500 volts lorsque leur puissance est supérieure à 40 ch.

L'autre partie est transmise au chantier d'Anzin par deux câbles armés, système Berthoud-Borel, à trois conducteurs de 116 mm². L'un des câbles sert de ligne de secours.

Au chantier même, la tension est abaissée jusqu'à 120 volts par les transformateurs de la sous-station d'électricité.

Utilisation de l'énergie électrique. — La sous-station renferme également un tableau de distribution où prennent naissance les différents circuits répartis à l'extérieur par une tourelle de dispersion.

a) *Atelier du service électrique.* — Cet atelier possède un outillage susceptible de faire face aux réparations des nombreux appareils électriques que possède la Compagnie. Il assure actuellement l'entretien de 48 génératrices, représentant plus de 2 000 kilowatts, de 80 moteurs correspondant à une puissance totale de 1 800 ch, de 420 lampes à arc, de 5 400 lampes à incandescence et de 450 éléments d'accumulateurs pour les voitures du chemin de fer.

Le gros outillage comporte plusieurs tours et perceuses de précision, un tour à bobiner, un pont roulant de 5 t et un banc d'essai, le tout commandé électriquement.

Un laboratoire est adjoint pour le contrôle des appareils et de l'isolement, les essais des matières premières, etc.

b) *Charpenterie.* — On travaille dans la charpenterie tous les bois nécessaires à la construction des bâtiments et aux besoins de l'exploitation, sauf les poteaux utilisés pour le soutènement des galeries de mines.

Deux grandes scies à ruban, commandées chacune par un moteur électrique de 15 ch permettent de débiter les bois en grume jusqu'à 1 m de diamètre. L'une d'elles, très perfectionnée, possède chariot diviseur et chariot libre, avancement automatique, aller et retour rapide à volonté, etc.

Deux scies circulaires de 800 mm absorbent chacune 10 ch et une raboteuse en exige 12. Les autres outils de l'atelier, tels que : tours, toupies, mortaiseuses, petites scies à ruban, etc., sont commandés par l'intermédiaire de transmissions.

Cet atelier sera pourvu d'aspirateurs de poussières et copeaux.

c) *Atelier des voitures.* — Tous les travaux d'entretien et de réparation du matériel roulant, excepté ceux des locomotives, sont effectués dans cet atelier, dont l'outillage est très complet.

Avec deux gros tours à roues, une presse hydraulique de 150 t pour le calage des roues de wagons, et un pont roulant de 3 t, il faut signaler un chariot transbordeur pour les wagons de 15 t. Ce chariot est disposé de façon à éviter l'établissement d'une fosse, toujours gênante pour la circulation du personnel. Il possède deux moteurs électriques, l'un pour la translation et l'autre pour le cabestan qui amène les wagons sur la plate-forme.

La pose et l'enlèvement des bandages de roues sont obtenus par l'emploi d'un four spécial, constitué en principe d'un tube métallique dans lequel on envoie un mélange d'air et de gaz d'éclairage sous une pression de 60 mm d'eau. Le tube forme couronne autour de la roue et le mélange est enflammé à la sortie des petits trous percés dans la partie circulaire intérieure du tube. Cet appareil, économique et peu encombrant, permet d'enlever un bandage de roue ordinaire en dix minutes et de poser un bandage de roue de locomotive, sur 1,40 m de diamètre, en vingt minutes.

Les différentes sections de l'atelier sont aménagées en vue des opérations qui s'y effectuent; des chemins de roulement avec palans mobiles sont disposés dans toutes les travées.

Dans la salle réservée aux travaux de peinture, l'atmosphère est maintenue à une température constante au moyen d'un calorifère système Perret.

d) *Bourrellerie.* — Cet atelier renferme une machine intéressante, qui permet de coudre les aussières des vieux câbles d'extraction, de manière à obtenir des toiles destinées au transport des charbons dans les ateliers de criblage et de lavage.

e) *Ajustage.* — L'installation des machines-outils du nouvel atelier d'ajustage ne sera achevée que dans trois mois. Elle comprendra, en ce qui concerne les appareils les plus importants : un grand tour en l'air avec plateau de 4 m, qui permettra de tourner des pièces de 7 m de diamètre pesant jusqu'à 6 t; un tour à cylindrer et à fileter, de 10 m d'entre-pointes et 0,50 m de hauteur de pointes; une perceuse radiale de 1,35 m de déplacement radial, capable de percer sur 70 mm à mèche libre et d'aléser sur 150 mm; un tour à plateau horizontal de 2 m de diamètre; une machine à raboter; une machine à mortaiser, etc.

Toutes ces machines seront actionnées par moteurs électriques spéciaux. Les autres outils, tours ordinaires, à revolver, perceuses, étaux limeurs, meules, etc., seront groupés sur six transmissions commandées chacune par un moteur électrique.

Dans la travée principale de l'atelier, un grand pont roulant fonctionne avec une précision remarquable. Les deux poutres pleines de son armature ont 19 m de portée; le chariot possède deux treuils munis de palans à câbles d'acier, pouvant lever 12 t et 3 t, et de deux freins, l'un actionné mécaniquement et l'autre électriquement. Les différentes manœuvres sont obtenues par l'intermédiaire de quatre moteurs électriques, avec réducteurs de vitesse par vis sans fin, sauf pour la translation. Les vitesses de translation du pont et du chariot, atteignent 75 m et 24 m par minute; les vitesses d'ascension des palans de 12 t et de 3 t sont de 1,50 m et de 6 m par minute.

Il ne semble pas inutile de rappeler que cet atelier devra assurer les réparations et l'entretien de tout le matériel mécanique de la Compagnie, dont la puissance correspond à plus de 30000 ch. En outre, il sera capable de faire face à l'entretien et à la remise à neuf des 47 locomotives du chemin de fer.

f) *Forge, fonderie, chaudronnerie.* — Ces trois ateliers ne sont pas encore achevés; ils ne seront mis en service qu'après l'atelier d'ajustage.

La forge aura deux marteaux-pilons atmos phériques à commande électrique, permettant d'étirer les fers de 240 × 240. Deux ventilateurs de 15 ch, dont l'un sera tenu en réserve, constitueront une soufflerie centrale pour les besoins des feux de forges, de la fonderie et de la chaudronnerie.

La fonderie ne coulera que de petites pièces dans un four sys-

tème Piat de 200 kg; mais la chaudronnerie constituera une installation très importante.

On exécutera, en effet, dans l'atelier de chaudronnerie, les travaux d'entretien et de réparation des 300 chaudières de la Compagnie, représentant environ 20 000 m² de surface de chauffe. De plus, on y construira les réservoirs, cages d'extraction, bacs, couloirs, élévateurs, etc., nécessaires à tous les sièges d'exploitation.

L'emploi des outils à air comprimé sera étendu à toutes les opérations de chaudronnerie : perçage, alésage, rivetage, matage, chanfreinage, etc. L'air comprimé sera fourni par un compresseur de 35 ch aux machines correspondantes.

Des outils puissants sont prévus pour le travail des tôles : planage, cintrage, poinçonnage, etc., ainsi qu'un pont roulant de 20 t, analogue à celui de l'ajustage, pour la manutention des grosses pièces de chaudronnerie.

IX. — Visite de la fosse d'Arenberg.

La fosse d'Arenberg est en exploitation régulière depuis le 1er juillet 1903. Ses installations sont donc toutes récentes; elles présentent le plus grand intérêt, étant donné qu'elles furent conçues dans le but d'obtenir une extraction journalière de 1 500 t, correspondant à une production annuelle de 450 000 t.

Ce tonnage est de beaucoup supérieur à celui que l'on a atteint jusqu'à ce jour dans l'une quelconque des fosses de la Compagnie d'Anzin.

Les travaux ont été commencés en 1899 par le fonçage de deux puits, situés à 3 200 m au nord du cran de retour, entre le faisceau des charbons maigres et celui des quart-gras, qui se trouvent séparés par une région stérile de 800 m mesurés horizontalement.

Le champ d'exploitation s'étendra, vers le nord, dans le faisceau maigre, et vers le sud, dans le faisceau quart-gras. Le premier comporte huit veines donnant ensemble 6 m de charbons à 10 0/0 de matières volatiles; le second ne comprend que deux veines donnant 1,30 m de charbons à 12 0/0 de matières volatiles. L'inclinaison générale des couches est de 40° vers le sud. (Voir coupe *fig. 2, Pl. 79.*)

Le puits n° 1 a 5 m de diamètre utile (*fig. 6*); il est affecté uniquement au service de l'extraction. Le puits n° 2 a 3,80 m de

diamètre; il n'est utilisé que pour l'aérage, mais il pourra servir, le cas échéant, à la circulation du personnel du fond.

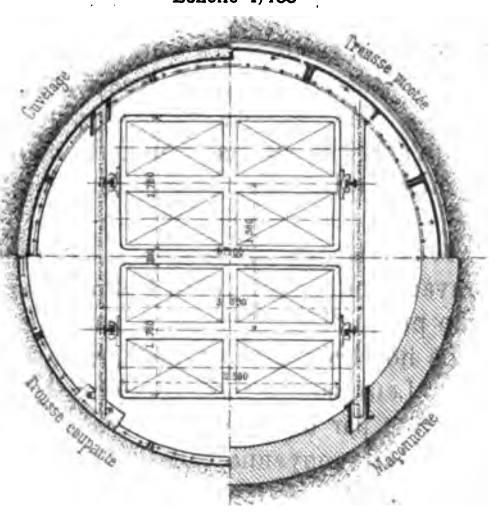
Ces deux puits, distants de 60 m, furent creusés à la trousse coupante dans 40 m de sables tertiaires et continués à niveau vide par les procédés ordinaires, dans les assises crétacées.

Le terrain houiller a été rencontré à 130 m de profondeur. Chaque puits est muni d'un cuvelage en fonte sur 99 m de hauteur.

Fig. 6. - FOSSE D'ARENBERG

Coupe horizontale du puits N° 1

Échelle 1/100



Travaux souterrains. — Le groupe de la Société des Ingénieurs Civils n'est pas descendu dans la mine. Nous étions trop nombreux et nous disposions de trop peu de temps pour qu'il fût possible d'organiser une excursion souterraine et de visiter ensuite toutes les installations de la surface.

L'aménagement des travaux du fond et les dispositions adoptées à l'intérieur pour l'agencement du puits n° 1 nous furent exposées par M. Saclier, Ingénieur en chef des travaux souterrains, dans une conférence très documentée.

Je reproduis ci-après les grandes lignes de cette conférence, qui a été suivie avec le plus vif intérêt.

Méthode d'exploitation. — L'exploitation de la fosse d'Arenberg est ouverte à deux niveaux situés, l'un à 220 m et l'autre à 334 m de la surface. Le déhouillement s'effectue simultanément aux deux étages; mais les travaux au charbon de l'étage inférieur sont en avance de 300 m en direction sur ceux de l'étage supérieur, de manière à assurer dans ce dernier la stabilité des voies de roulage.

On déhouille aux deux étages, par la méthode des tailles

chassantes, dans un carré de 3500 m de côté, formant une surface de 1225 ha. Les plans inclinés sont automoteurs, avec chariots-porteurs et contrepoids.

Les chantiers ne présentent pas trace de grisou et les tailles sont remblayées partiellement.

L'exploitation s'étend dans trois couches du faisceau maigre, ayant respectivement 0,75 m, 0,80 m et 0,60 m d'épaisseur en charbon. Les bowettes des étages 220 et 334 seront prolongées suivant les tracés en lignes pointillées (voir coupe, *fig.* 2, *Pl.* 79) pour aller recouper, au nord et au sud, les autres couches des deux faisceaux maigre et quart-gras.

Dans l'avenir, les puits seront approfondis successivement jusqu'à 750 m au maximum, de manière à assurer le déhouillement complet du gisement de la fosse.

Production. — On occupe en ce moment 484 ouvriers dans les travaux souterrains, dont 183 piqueurs aux tailles, et on obtient une production journalière brute de 520 t.

Le nombre total des ouvriers de la fosse, fond et jour, est de 580. Leur salaire moyen atteint 4,74 f et le prix de la main-d'œuvre par tonne extraite s'élève à 5,20 f, chiffre inférieur à celui de la moyenne générale de l'exploitation d'Anzin pour 1903 (5,49 f).

Circulation des berlines. — Afin de réduire les pertes de temps qui se produisent dans les manœuvres d'encagement et de diminuer les risques d'accidents qui en résultent, on a supprimé en marche normale toute recette intermédiaire dans le puits d'extraction. Les berlines pleines de charbon sont concentrées au niveau 334, où celles de l'étage 220 descendent par un faux puits de 3,80 m de diamètre, muni d'une balance à régulation hydraulique.

Néanmoins, en cas d'avarie à la balance, les berlines de l'étage 220 pourraient être dirigées vers le puits d'extraction au même niveau, et encagées à la recette correspondante pendant le temps nécessaire à la réparation de la balance.

Au niveau 334, dans le voisinage immédiat de l'accrochage du puits n° 1 et de la balance, on a combiné un réseau de galeries à pentes variables, pour obtenir la circulation des berlines pleines et vides sans encombrement, avec le minimum de perte de temps et le maximum d'économie (voir *fig.* 5, *Pl.* 79).

Fig. 7 et 8

FOSSE D'ARENBERG. - BALANCE ET FAUX-PUITS

Échelle 1/130

Coupe **AB.** Coupe. **CD.**

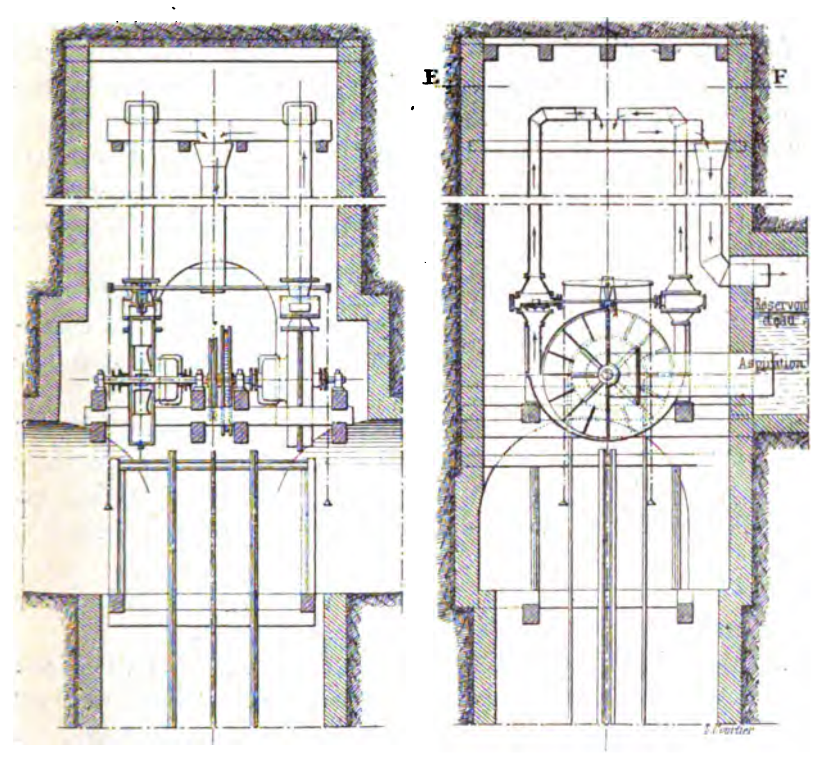


Fig. 8.

Plan

Réservoir d'eau

A

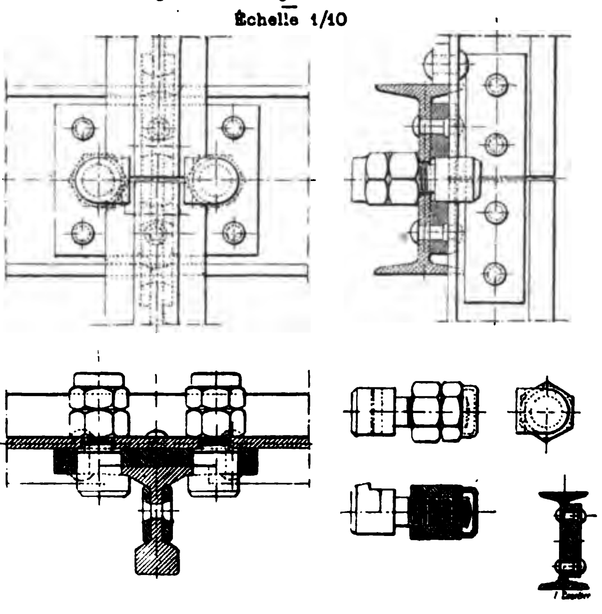
B

Coupe **EF.**

Recettes intérieures. — Les cages du puits d'extraction sont reçues, à l'étage 334, sur des taquets hydrauliques analogues à ceux de la recette du jour, dont il sera parlé ci-après.

Les dispositifs d'encagement et de décagement sont à peu près identiques à ceux de la recette du jour. La sortie des ber-

Fig. 10. - FOSSE D'ARENBERG
Guidage du puits N° 1
Assemblage des rails-guides avec les traverses
Échelle 1/10



lines vides s'effectue de la même manière ; mais les arrêts des berlines pleines, placés sur les voies amont du puits sont manœuvrés à la main au lieu d'être mus automatiquement par les cages (*fig. 11 et 12*).

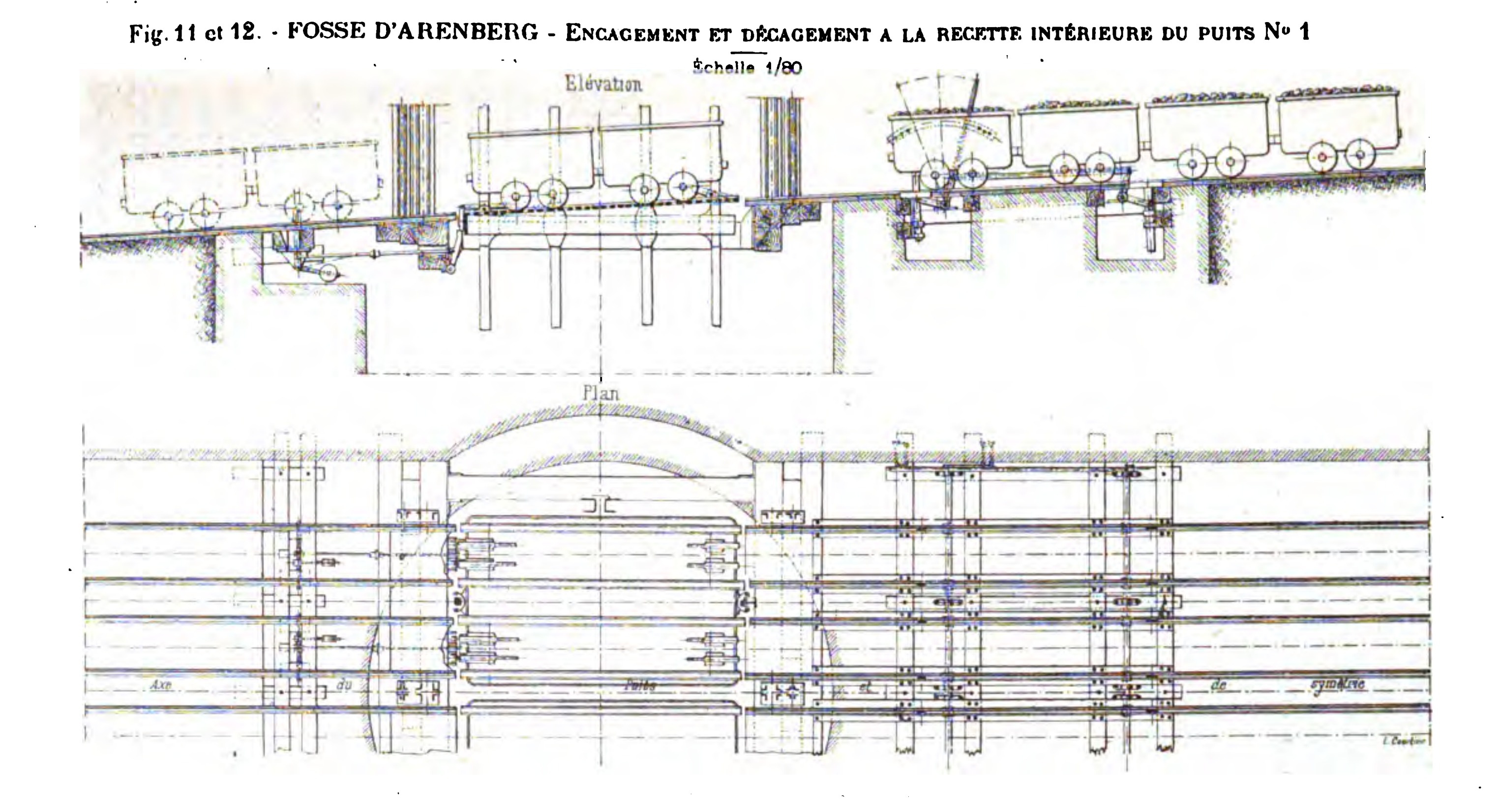
Installations de la surface. — Les installations générales de la surface nous ont été présentées par M. Darphin, Ingénieur en chef des travaux du jour, avec une abondance d'explications claires et précises qui furent vivement appréciées.

L'ensemble de ces installations est reproduit (*fig. 4, Pl. 79*).

L'agencement extérieur du puits n° 1 se trouve englobé par un bâtiment principal comportant : au rez-de-chaussée, la recette inférieure du puits et les vestiaires des ouvriers ; à l'entresol, la lampisterie et quelques bureaux ; à l'étage, la recette dite du jour et la machine d'extraction.

Fig. 11 et 12. - FOSSE D'ARENBERG - ENCAGEMENT ET DÉCAGEMENT A LA RECETTE INTÉRIEURE DU PUITS N° 1

Échelle 1/80



Le puits n° 2 n'est muni que d'un treuil de visite à deux tambours, mais on a réservé l'emplacement nécessaire à sa machine d'extraction.

Entre les deux puits, se trouve une batterie de générateurs, qui produit la vapeur pour toutes les machines de la fosse, et un condenseur central.

Au delà de l'emplacement réservé à la machine d'extraction du puits n° 2, sont réunies les machines auxiliaires, compresseur d'air, ventilateur, et les groupes électrogènes destinés à fournir le courant pour la lumière et la distribution de force motrice sur toute l'étendue de la fosse.

L'atelier de criblage est situé en face du puits n° 1 ; une laverie est actuellement en montage à la suite pour le traitement des charbons menus.

L'ensemble est complété par les grandes voies utiles à la manutention des wagons et par la cité ouvrière. Les voies ont une pente de 6 à 9 mm par mètre ; les wagons vides sont réunis en amont des ateliers de criblage et de lavage, de sorte que les manœuvres s'effectuent à la main.

Agencement du puits n° 1. — L'agencement extérieur du puits d'extraction comprend le chevalement, les cages, les câbles, la recette du jour et la machine d'extraction.

J'exposerai successivement les combinaisons adoptées pour ces différents organes, qui constituent un ensemble imposant, tout à fait en harmonie avec la puissance extractive que l'on s'est proposé d'atteindre.

Chevalement. — Le chevalement métallique a été étudié par la Compagnie d'Anzin et construit par notre Collègue M. Malissard-Taza. Il figurait à l'Exposition universelle de 1900, dans un pavillon du Trocadéro réservé aux mines d'Anzin.

Ce chevalement se dresse sur 30 m de hauteur au-dessus du sol ; il supporte deux molettes de 4 m de diamètre, dont l'axe est situé à 28,80 m du sol et à 20 m du plancher de la recette du jour. Le poids total de la construction, non compris les molettes, est de 88 t (voir *fig. 1 à 6, Pl. 80*).

Les forces qui agissent sur les molettes sont dirigées, suivant les câbles, vers la machine d'une part, et vers les cages d'autre part ; leur résultante passe par la contrefiche du chevalement. Ces efforts atteindront 178 t lorsque l'extraction se fera à la profondeur de 750 m.

Cages. — Les cages ont trois planchers, capables de recevoir chacun quatre berlines de 6 hl.

Chaque étage est muni d'un chassis mobile et d'un chassis supérieur fixe sur lequel se fait la réception. On verra plus loin l'utilité de cette combinaison pour les manœuvres d'encagement et de décagement aux recettes.

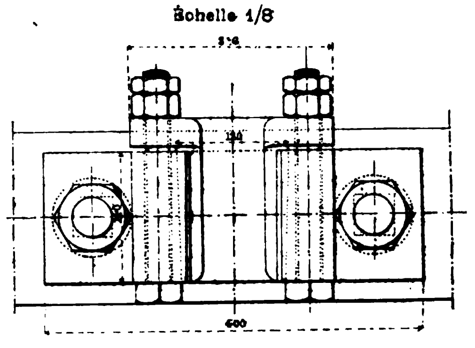
Le poids d'une cage et de son parachute est de 5 500 kg, et celui d'une berline vide de 250 kg. Le poids mort atteint donc 8 500 kg pour une charge utile de 7 200 kg de charbon.

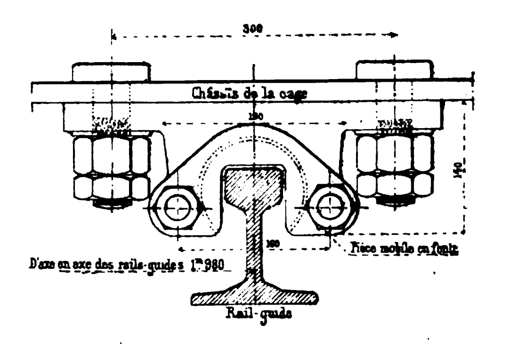
Fig. 13

FOSSE D'ARENBERG - PUITS N° 1

Coulisseau de cage

Échelle 1/8





Les mains de guidage, ou coulisseaux des cages, sont formées de coussinets emboîtés et maintenus à l'aide de boulons dans des paliers fixés aux cages (*fig. 13*). Le remplacement des coussinets, seuls exposés à l'usure, s'effectue donc aisément.

Pour la circulation du personnel dans le puits, les berlines sont retirées et chaque étage est fermé par des portes en tôle. Une cage peut alors recevoir soixante-dix hommes.

La sécurité des ouvriers est assurée par l'emploi d'un parachute du système Malissard, comportant quatre griffes en acier placées deux à deux, symétriquement, de chaque côté des champignons des rails-guides (voir *fig. 7 à 12, Pl. 80*). Ces griffes peuvent tourner autour d'un axe horizontal excentré par rapport à leur ligne d'action, se rapprocher jusqu'au contact du rail-guide et pénétrer dans les champignons sous l'action du poids de la cage, par l'intermédiaire d'un ressort à lames d'acier.

En marche normale, le ressort est tendu et les griffes sont

écartées des rails; mais si le câble vient à se rompre, le ressort se détend et amène les griffes au contact des champignons, dans lesquels elles s'incrustent en immobilisant la cage.

Des expériences faites avec ce parachute, en présence des Ingénieurs du corps des Mines, ont démontré que la cage s'arrêtait après une course de 14 à 73 mm quand elle abandonnait le câble.

Pendant le poste d'extraction, les parachutes peuvent être calés, afin d'éviter un fonctionnement inopportun en cas de fausse manœuvre de la machine.

Recette du jour. — La recette du jour, avec tout le système d'encagement et de décagement qu'elle comporte, a été étudiée de manière à réduire au minimum le temps et la main-d'œuvre nécessaires aux manœuvres des berlines.

On est arrivé à ce résultat en rendant les manœuvres automatiques et indépendantes de la machine d'extraction, par l'utilisation de la gravité et l'emploi de taquets hydrauliques.

Les taquets hydrauliques *(fig. 14)*, sont constitués par un ensemble de corbeaux reliés à des pistons; ils présentent successivement les trois planchers de la cage devant la recette, quand on manœuvre les robinets d'évacuation de l'eau contenue dans les cylindres.

La pression nécessaire est fournie par un accumulateur; les fuites, très faibles d'ailleurs, sont compensées au moyen d'une petite pompe à main. En hiver, on évite la congélation en ajoutant à l'eau 20 0/0 de glycérine.

Les taquets supportent les cages par les châssis supérieurs, de sorte que les parties verticales des cages travaillent à la traction et n'ont aucune tendance à se déformer.

Les trois planchers sont horizontaux pendant la circulation de la cage dans le puits; mais ils s'inclinent au moment où elle vient reposer sur les taquets.

Lorsque la cage arrive à la recette du jour *(fig. 15)*, le mécanicien la monte légèrement au-dessus des corbeaux, qui s'effacent pour la laisser passer; puis il la fait redescendre lentement et une butée de soulèvement des planchers vient s'appuyer d'abord sur les corbeaux. Les trois planchers se trouvent alors soulevés simultanément d'un même côté; mais les berlines, maintenues de l'autre côté par leurs arrêts, ne peuvent sortir de la cage.

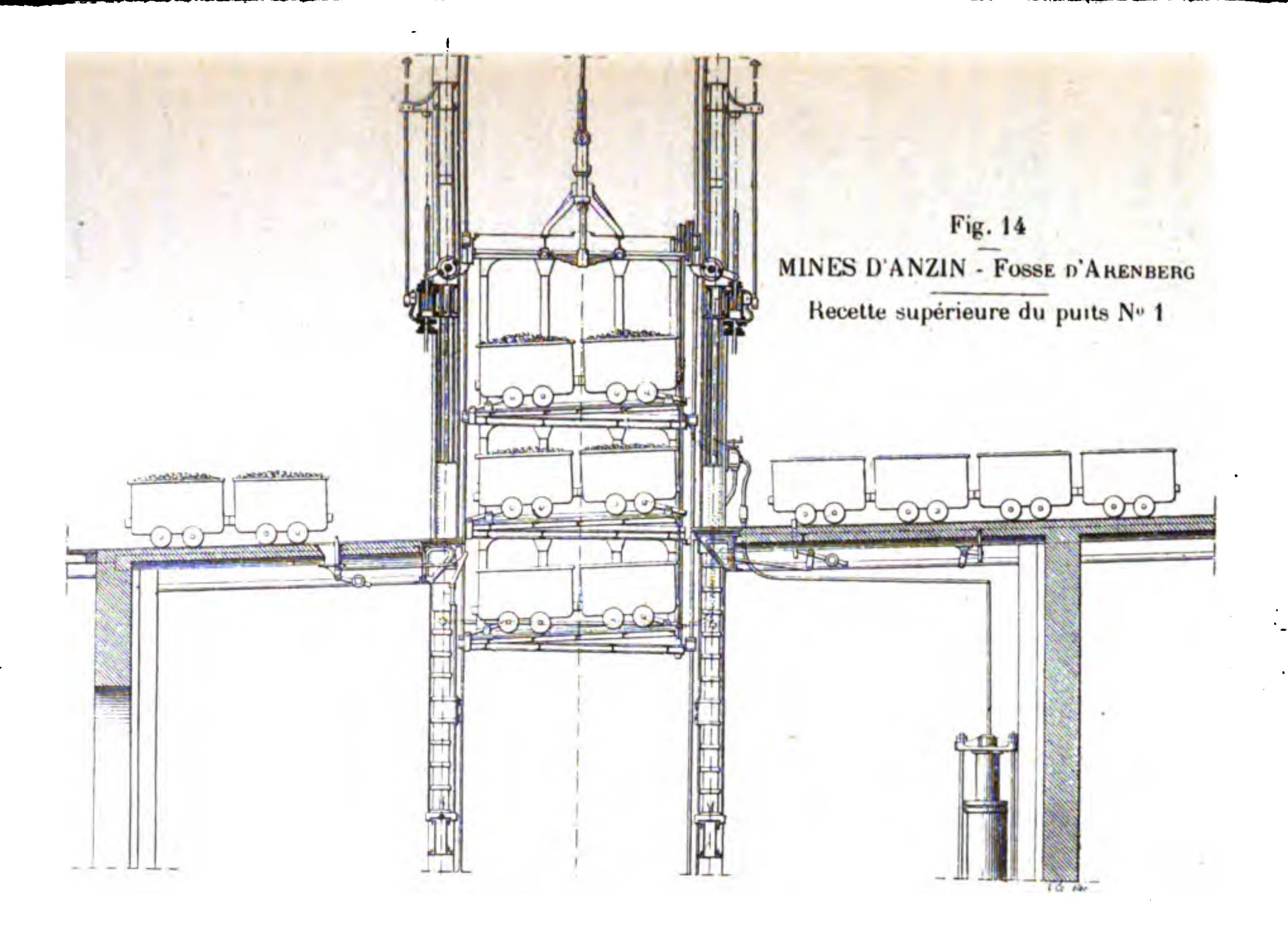


Fig. 14

MINES D'ANZIN - FOSSE D'ARENBERG

Recette supérieure du puits N° 1

Au moment où le châssis supérieur de la cage s'appuie sur les corbeaux, le décagement de l'étage inférieur s'opère automatiquement (*fig. 16*). L'arrêt de berline placé du côté du décagement porte en effet un contrepoids guidé qui vient buter sur un petit taquet situé près du plancher de la recette ; ce contrepoids se soulevant, l'arrêt s'efface et laisse rouler sur le plancher les deux berlines pleines qu'il retenait.

Lorsque ces deux berlines sont sorties de la cage (*fig. 17*), elles heurtent un levier qui efface le taquet de décagement; l'arrêt de berline reprend sa position normale et retient les berlines vides qui sont entrées dans la cage. Celles-ci ont été mises en mouvement par le châssis même de la cage qui, en arrivant au niveau de la recette, efface le taquet d'encagement placé à l'amont (*fig. 17*); elles sont entrées seules dans la cage en abaissant l'arrêt d'amont qui s'est ensuite relevé de lui-même. Les quatre berlines pleines de l'étage inférieur ont été ainsi remplacées automatiquement par quatre berlines vides.

Le moulineur ouvre alors le robinet des taquets hydrauliques; la cage descend, elle abandonne le levier de manœuvre des taquets d'encagement (*fig. 18*), qu'un contrepoids ramène aussitôt dans leur position primitive, et sur chaque voie deux berlines vides s'éclusent entre les deux taquets.

Lorsque le second châssis de la cage arrive au niveau de la recette, on ferme le robinet; les organes décrits précédemment entrent en jeu et quatre berlines vides remplacent les quatre berlines pleines du second plancher.

Les mêmes manœuvres sont reproduites pour le troisième plancher.

Avec ce système, un homme suffit pour opérer l'encagement et le décagement des douze berlines en 25 secondes. Pendant la durée du voyage de la cage, cet homme, assisté d'un gamin, dispose douze berlines vides sur les voies amont du puits pendant que deux autres moulineurs dirigent les berlines pleines vers les culbuteurs de l'atelier de criblage.

Les corbeaux des taquets hydrauliques sont maintenus dans la position horizontale, par une cataracte dont l'orifice est fermé tant que les manœuvres des trois planchers de la cage ne sont pas effectuées.

Aussitôt que la dernière berline est sortie de la cage, on ouvre une troisième fois le robinet des taquets hydrauliques, la cage descend encore un peu, le pointeau de fermeture de la cata-

Fig. 15 à 18 - FOSSE D'ARENBERG

Encagement et décagement à la recette supérieure du puits N° 1

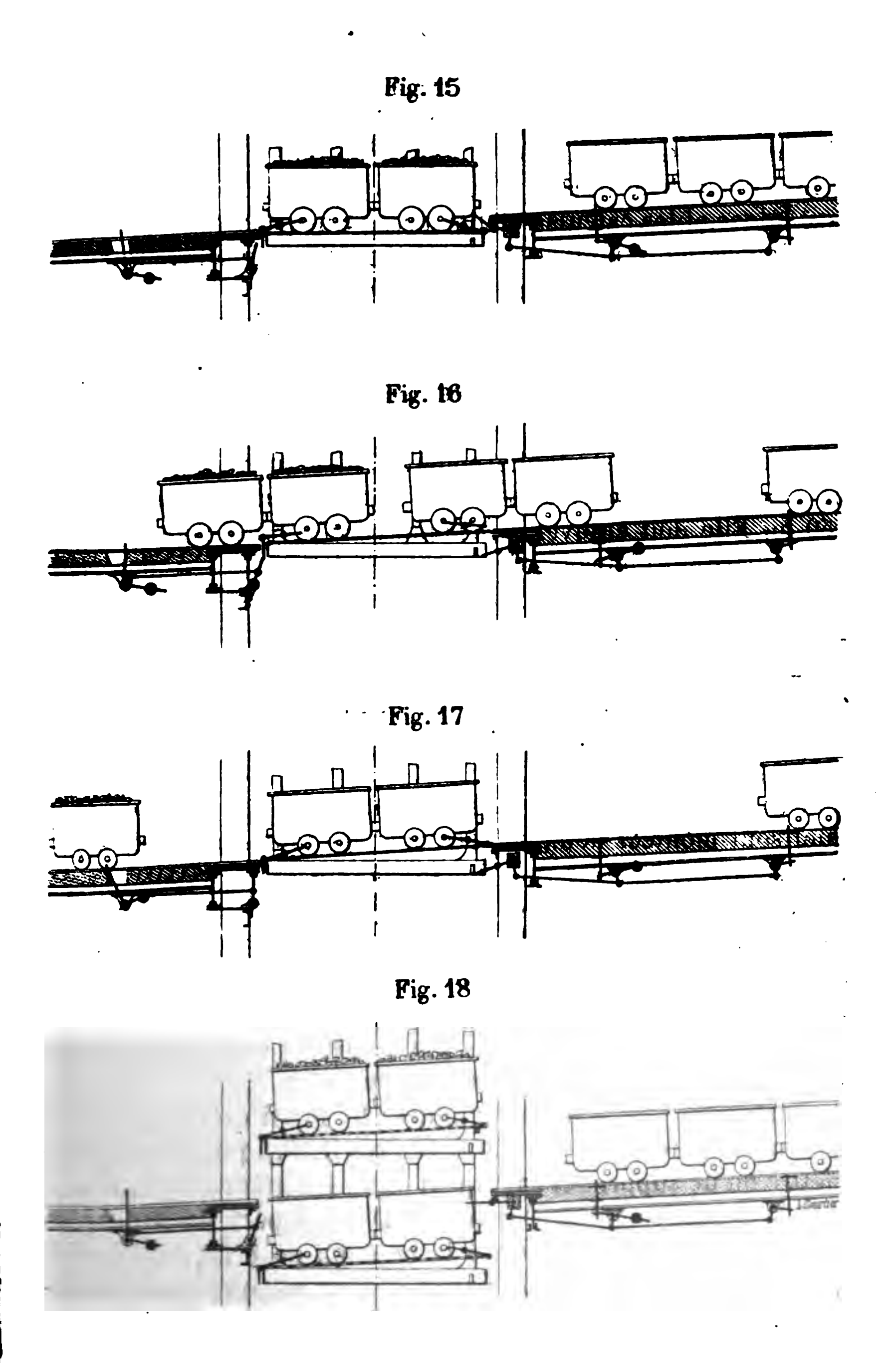


Fig. 15

Fig. 16

Fig. 17

Fig. 18

racte s'entr'ouvre, les corbeaux s'effacent, les trois planchers reprennent lentement l'horizontalité et la cage est de nouveau suspendue au câble.

Machine d'extraction. — La machine d'extraction de la fosse d'Arenberg figurait à l'Exposition universelle de 1900, à côté du chevalement dont il a été parlé précédemment.

Elle fut décrite plusieurs fois dans des publications spéciales aux mines et les calculs relatifs à ses principaux organes ont été développés dans une communication faite par M. Darphin au Congrès de l'industrie minérale de 1900.

Il me suffira donc de rappeler les grandes lignes de sa construction et les dispositifs particuliers qui la distinguent des machines d'extraction installées jusqu'à ce jour dans les mines françaises.

Cette machine est établie pour extraire au maximum 1.500 t de charbon par jour, à des profondeurs variant entre 350 et 750 m. Elle doit enlever, à chaque cordée, une cage contenant douze berlines pleines, soit un poids total de 15 t non compris le câble, et l'amener au jour avec une vitesse moyenne de 10 m à la seconde.

La machine possède quatre cylindres disposés deux à deux en compound-tandem. Les cylindres H. P. ont $0^{m},690$ de diamètre et les cylindres B. P. $1^{m},165$.

Les pistons ont une course commune de $1^{m},800$; ils transmettent le mouvement par bielles et manivelles à un arbre sur lequel sont montées deux bobines dont les tourteaux en fonte ont 2 m de diamètre (voir *fig. 13 à 16, Pl. 80*).

La vapeur est admise dans les cylindres H. P. à la pression de 9 kg, par l'intermédiaire d'un modérateur ordinaire. Elle s'échappe dans le réservoir intermédiaire *(receiver)*, où elle est réchauffée au moyen d'un serpentin que parcourt la purge des enveloppes de cylindres. Elle passe ensuite dans les cylindres B. P. et s'évacue finalement au condenseur.

Entre le receiver et les cylindres B. P., il existe un second modérateur, relié à celui des cylindres H. P., qui permet d'admettre ou de supprimer la vapeur dans les grands cylindres en même temps que dans les petits. D'autre part, la vapeur est maintenue dans le receiver à la pression de 3 kg., ainsi qu'on le verra plus loin. Le mécanicien a donc la possibilité de conserver dans le receiver la vapeur nécessaire pour agir sur les

pistons des cylindres B. P. au moment qu'il juge opportun, pour le démarrage par exemple.

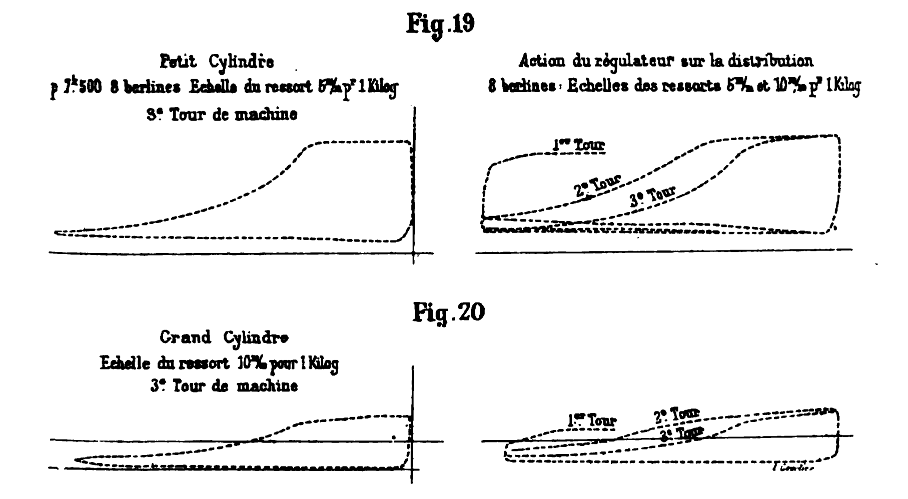
L'étude de la distribution a été faite dans le but d'obtenir une admission de 90 0/0 aux quatre cylindres, ce qui facilite l'exécution des manœuvres. Mais ce régime ne saurait être celui de la marche normale, et on utilise la détente lorsque la machine est en vitesse.

Les tiroirs de détente sont placés à l'intérieur des tiroirs de distribution ; ils font varier le degré d'admission suivant la position du régulateur de vitesse qui les actionne simultanément. Pendant les trois ou quatre premiers tours de la machine, les tiroirs de détente permettent une admission de 90 0/0 ; dès que la vitesse est obtenue, le régulateur réduit la course de chaque

Fig. 19 et 20

FOSSE D'ARENBERG. - MACHINE D'EXTRACTION DU PUITS N° 1

Diagrammes du 9 Juin 1904



tiroir et l'admission est ramenée à 35 0/0. (Voir les diagrammes *fig. 19 et 20.*)

Avant la fin du voyage, le mécanicien ferme les modérateurs, la vitesse diminue, le régulateur descend, les tiroirs reprennent leur course primitive et la machine est prête à fonctionner avec 90 0/0 d'admission pour les manœuvres.

Les caractéristiques de cette machine résident donc dans l'emploi d'un double modérateur et dans la variation simultanée du degré d'admission aux quatre cylindres.

Elle peut être considérée comme formée par l'accouplement de deux machines ordinaires distinctes : la première, constituée par les deux cylindres H. P. recevant la vapeur à 9 kg et l'évacuant dans un réservoir à 3 kg; la seconde, constituée par les deux cylindres B. P. utilisant la vapeur du réservoir et l'évacuant au condenseur dans une atmosphère à 0,100 kg de pression.

Ces deux machines travaillent ensemble et additionnent leurs efforts. Leurs différents organes étant manœuvrés simultanément, la conduite de l'ensemble ne présente pas plus de difficulté pour le mécanicien que celle d'une machine ordinaire à deux cylindres.

On maintient la vapeur à pression constante dans le receiver, à l'aide d'une prise directe sur le réservoir-sécheur des chaudières et d'un détendeur qui ramène la pression de 9 à 3 kg. Une soupape de sûreté limite la pression à 5 kg dans le receiver, pour le cas où le détendeur ne serait pas parfaitement étanche. Mais lorsque la machine est en marche normale, le régulateur de vitesse supprime toute communication entre le réservoir-sécheur et le receiver; pendant les longs repos de la machine, la nuit par exemple, le mécanicien interrompt lui-même la communication en manœuvrant une pédale.

De plus, pour éviter les contre-pressions sur les pistons H. P. après la fermeture des modérateurs, le receiver est relié aux conduites d'arrivée de la vapeur dans les cylindres H. P. En marche normale, l'interruption est obtenue au moyen d'un clapet de retenue qui s'oppose à toute introduction de vapeur à haute pression dans le receiver. Vers la fin d'un voyage, quand la machine a acquis une force vive suffisante pour que la cage arrive au jour en absorbant simplement l'inertie des pièces en mouvement, le mécanicien ferme les modérateurs; dès que la pression dans la conduite intermédiaire devient inférieure à celle du receiver, la vapeur provenant de ce dernier soulève le clapet et se répand jusque sur les faces des pistons H. P. Le vide ne peut donc pas se produire entre le tiroir du modérateur et les pistons des petits cylindres; ces pistons se meuvent entre deux atmosphères dont les pressions s'égalisent à chaque instant.

Les tiroirs de distribution et de détente sont cylindriques; ils possèdent des segments en fonte formant arêtes de distribution et ils sont placés verticalement à chaque extrémité des cylindres.

Les tiroirs de distribution sont conduits par une coulisse Gooch; ils sont solidaires et manœuvrés par les mêmes barres de relevage. Le mécanicien commande l'arbre de relevage par l'intermédiaire d'un servo-moteur. Les tiroirs des modérateurs sont également actionnés avec un servo-moteur. Le déplacement des tiroirs de détente est obtenu par une variation de l'angle de calage des excentriques.

La vapeur, après la sortie des grands cylindres, se rend dans un condenseur Balcke du type horizontal fermé, qui reçoit les échappements de toutes les machines installées sur la fosse. Cet appareil est établi pour condenser 35 t de vapeur à l'heure. Les eaux chaudes passent ensuite dans un réfrigérant à cheminée en béton armé.

La machine d'extraction a été construite par nos Collègues, MM. Dubois et Cie. Son fonctionnement est très régulier; grâce aux deux servo-moteurs, on la conduit plus aisément qu'une machine ordinaire à deux cylindres et elle présente une grande souplesse pour les manœuvres des cages aux recettes du puits.

Générateurs de vapeur. — La batterie complète aura douze chaudières semi-tubulaires, timbrées à 10 kg. et divisées en deux groupes de six par le condenseur central.

Les chaudières proviennent de la Compagnie de Fives-Lille; elles ont chacune 150 m² de surface de chauffe et elles sont munies de foyers système Meldrum, comportant une soufflerie par jet de vapeur afin de brûler des fines de qualité inférieure.

Actuellement, six chaudières suffisent à l'alimentation des machines de la fosse.

Machines auxiliaires. — Un *compresseur* est installé sur la fosse pour fournir l'air comprimé nécessaire au fonctionnement des treuils, perforateurs et autres appareils répartis dans les travaux souterrains.

Ce compresseur est actionné par la vapeur et les cylindres à air possèdent des soupapes multiples. L'appareil peut donner 6 m³ d'air par minute à la pression de 5 kg.

Le puits n° 2 est mis en communication avec un *ventilateur* du

type Guibal, modifié dans les conditions qui furent exposées par M. Darphin au Congrès de l'industrie minérale de 1900 et que je résume ci-après :

Le ventilateur a deux ouïes; il mesure 4 m de diamètre et 1,60 m de largeur; il est divisé en deux parties par un diaphragme médian, qui ne permet aux filets d'air de se rencontrer que lorsqu'ils ont pris des directions parallèles.

Le nombre des ailes est de huit; elles sont radiales, de manière à bien résister à l'action de la force centrifuge, et portées par des bras fortement encastrés dans un croisillon calé sur l'arbre (voir *fig. 3 à 6*, *Pl. 81.*)

Le tracé du diffuseur spiraloïde a été obtenu à la suite de plusieurs essais effectués par la Compagnie d'Anzin. Dans le premier ventilateur construit, la volute commençait un peu après la partie supérieure de l'axe vertical. Les résultats ayant été satisfaisants, on est alors parti franchement de la base de la cheminée.

L'air aspiré arrive dans chacune des ouïes par un distributeur spiraloïde, formé d'une conduite spéciale en fonte dont les sections sont calculées de telle façon que l'air pénètre dans l'appareil sans aucun choc.

Ce ventilateur est attaqué directement par un moteur électrique ; il peut aspirer 80 m^3 d'air par seconde sur un orifice équivalent de 2 m^2, à la vitesse de 186 tours, avec une dépression de 231 mm d'eau.

Un ventilateur de réserve, identique au précédent, sera monté à côté de celui-ci pour le remplacer en cas de besoin.

Installations électriques. — Les installations électriques de la fosse comportent une station génératrice, constituée par deux groupes électrogènes de 300 kilowatts.

Chaque groupe est formé d'une machine à vapeur compound, système Dujardin, actionnant par câbles une dynamo Postel-Vinay. Les cylindres des machines à vapeur ont 0,900 m et 0,480 m de diamètre; la course commune des pistons et de 1,10 m. Les dynamos fournissent du courant continu à 500 volts. Cette tension est transmise directement aux moteurs récepteurs; elle est abaissée à 120 volts pour l'éclairage, au moyen de deux groupes convertisseurs.

La quantité totale d'énergie électrique ainsi obtenue sera utilisée sur la fosse même et dans les travaux souterrains de la manière suivante :

Éclairage		80 ch
Force motrice	Ventilateurs	140
	Criblage	40
	Lavage	120
	Pompes d'alimentation	12
	Broyeur	12
	Ascenseurs	20
	Traînage	10
	Pompe souterraine	140
	TOTAL	574 ch

Le tableau de distribution a été construit par la Société des Téléphones. Il est formé de douze panneaux en marbre blanc; chaque panneau est affecté à un élément distinct de l'installation générale.

Les moteurs actuellement en marche absorbent la puissance d'un groupe électrogène; ils ont été fournis par la Société Westinghouse.

On installe en ce moment la pompe souterraine; elle est du type Biétrix, avec moteur agissant directement sur un arbre tricoudé qui actionne trois plongeurs à simple effet.

Sauf la machine d'extraction et le compresseur, dont la vitesse et la puissance varient à chaque instant, tous les moteurs de la fosse sont donc électriques. On obtient ainsi un rendement industriel d'ensemble supérieur à celui que donneraient des moteurs à vapeur éparpillés sur différents points et alimentés par une série de conduites prenant naissance à la batterie de chaudières.

Lorsque tous les moteurs prévus seront en fonctionnement, les deux génératrices devront marcher en parallèle d'une façon continue. Un troisième groupe électrogène sera alors installé pour parer à toute éventualité.

Criblage. — Les berlines de charbon décagées à la recette du jour du puits n° 1 sont amenées, par la gravité, à un culbuteur mécanique qui les déverse deux à deux dans une trémie *(fig. 1 et 2, Pl. 81)*. Un distributeur répartit ensuite le charbon sur deux tables à secousses superposées qui rendent les catégories suivantes :

Gros et gailleterie	au-dessus de	120 mm rond.
Petite gailleterie	de 80 à	120
Grosses braisettes	de 55 à	80
Braisettes	de 45 à	55
Fines	au-dessous de	45

Les charbons des quatre premières catégories sont nettoyés à la main sur des toiles de transport, puis chargés directement sur wagons ou bien mélangés entre eux, avec ou sans fines, pour donner les combinaisons suivantes :

Gros	au-dessus de	250 mm
Grosse gailleterie	de 120 à	250
Petite gailleterie	de 85 à	120
Grosses braisettes	de 55 à	85
Braisettes	de 45 à	55
Criblés	au-dessus de	45
Fines	au-dessous de	45
Fines	— de	80

Tout-venants à proportions variables de fines.

Un doseur spécial permet de chiffrer exactement les quantités de fines introduites dans les tout-venants.

Laverie. — La laverie, actuellement en montage, a été étudiée par la Compagnie d'Anzin et les différents organes qui la composent proviennent de plusieurs constructeurs.

Elle est établie pour traiter en dix heures 900 t de fines de 0 à 45 mm.

Les charbons sont amenés directement du criblage au moyen de chaînes à raclettes et de toiles de transport. Mais le criblage débite des quantités variables aux différents moments de la journée et le lavoir doit au contraire recevoir un tonnage régulier pour que les opérations s'effectuent dans de bonnes conditions. On a donc interposé, entre les deux ateliers, deux tours d'emmagasinage pouvant contenir chacune 350 t de fines (*fig. 4, Pl. 79*).

Le charbon est repris sous les tours par une toile en aloès ; en réglant l'épaisseur de la couche de charbon, on obtient exactement le débit que l'on désire. La toile déverse ce charbon au pied d'une noria qui l'élève sur les cribles de l'atelier de lavage.

Cribles. — Les cribles se composent de trois parties bien distinctes, savoir :

1° Quatre tables à secousses latérales, jumelées deux à deux, donnant six catégories de grains, de 13 à 45 mm, qui sont lavés dans des bacs à pistonnage par l'air comprimé ;

2° Trois cribles Coxe, donnant également six catégories de petits grains, de 3 à 13 mm, qui sont lavés dans des bacs à feldspath ;

3° Un sasseur, traitant les fines de 0 à 3 mm et les divisant en trois catégories. Les deux premières sont lavées dans des bacs à feldspath faisant suite à ceux qui traitent les produits des cribles Coxe. Le pulvérulent, de 0 à 1,5 mm n'est pas lavé, pour éviter la production de schlamms.

Lavoirs à grains. — Les grains de 13 à 55 mm éliminés par les tables à secousses sont lavés dans six bacs genre Coppée où le pistonnage se fait à l'air comprimé. Après lavage, ces grains sont de nouveau mélangés deux à deux pour obtenir les produits commerciaux suivants :

Braisettes.	de 30 à	45 mm
Gros grenus. . . .	de 20 à	30
Petits grenus . . .	de 13 à	20

Ils sont chargés directement en wagons après avoir été rincés à l'eau claire sur des tables à secousses, qui opèrent un dernier calibrage. Les schistes provenant des six bacs principaux sont traités dans trois bacs de relavage pour retirer le charbon entraîné.

Lavoirs à fines. — Les produits de 1,5 mm à 13 mm, divisés en huit catégories, sont lavés dans huit bacs triples à feldspath.

Les charbons sont ensuite recueillis dans trois citernes et montés par l'intermédiaire de norias à godets perforés jusqu'à des tours d'égouttage, d'où on les charge en wagons.

Les schistes de tous les bacs sont envoyés dans une citerne spéciale, puis élevés jusqu'au sommet d'une tour et chargés en wagons.

Les mixtes sont dirigés vers deux citernes, relevés par des norias et traités à nouveau dans deux bacs relaveurs à feldspath. Les schistes purs sont éliminés des bacs vers la citerne à schistes : des mixtes plus riches sont emmagasinés dans une autre citerne, pour être employés ensuite aux chaudières de la fosse ou à celles des établissements de la Compagnie.

Mélanges. — Les charbons traités à cette laverie sont des fines maigres à 10 0/0 de matières volatiles ; mais on peut les mélanger après lavage, avec des charbons gras de même calibre dans les proportions que l'on désire. Ces mélanges sont faits pour toutes les catégories, sauf en ce qui concerne les braisettes de 30 à 45 mm.

TABLE DES MATIÈRES

NOTICE

SUR LA

COMPAGNIE DES MINES DE HOUILLE

DE

MARLES (PAS-DE-CALAIS) (1)

(Visite du 10 juin 1904)

PAR

M. E. SUISSE

La Compagnie des Mines de Houille de Marles comprend deux Sociétés tout à fait distinctes : la Société des 70 0/0 ou des Exploitants et celle des 30 0/0 ou des Inventeurs.

MM. Bouchet et Lacretelle, Ingénieurs civils, ayant reconnu l'existence de la houille par divers sondages situés sur l'étendue de la concession de Marles, vendirent leur droit d'inventeurs à M. Émile Rainbeaux, moyennant une attribution de 30 0/0 sur les bénéfices de la future exploitation, diminués de 5 0/0 du capital qui y serait engagé; M. Rainbeaux devait obtenir la concession et former la Société fournissant les fonds nécessaires aux frais de recherche et de premier établissement, ainsi que le fonds de roulement.

Plusieurs tentatives de fusion entre les deux Sociétés ont été faites, mais elles n'ont pas abouti.

ADMINISTRATION.

La Société des 70 0/0 a seule la direction des travaux des Mines de Marles.

Le fonds social, divisé précédemment en 1 600 quatre-vingtièmes de part, est actuellement réparti en 32 000 parts; il a été émis 9 550 obligations de 500 f à 4 0/0.

Le siège social de cette Société civile est situé à Paris, 7, rue Paul-Baudry; son siège commercial et de la comptabilité à Marles,

(1) Voir planches n°s 82 et 83.

par Lapugnoy (Pas-de-Calais), et la direction des travaux à Auchel (Pas-de-Calais).

Le Président du Conseil d'Administration est M. Abel Rainbeaux;

L'Administrateur directeur, M. Firmin Rainbeaux;

L'Administrateur général délégué, M. Armand (le Comte).

L'Ingénieur-conseil, M. de Soubeyran, Ingénieur en chef des Mines;

Le Directeur du service technique M. Engelbach, Ingénieur en chef;

Le Directeur du service administratif et commercial, M. Dessans.

La Société civile des propriétaires des 30 0/0 dans les bénéfices nets des Mines de Marles a son siège social à Paris, 13, rue Saint-Lazare. Le Président du Comité est M. Rolland, Georges, Ingénieur en chef des Mines.

Concession.

La concession des Mines de Marles fut définitivement constituée par décret du 29 décembre 1855, en même temps que celles de Bruay et de Ferfay; elle est limitée au nord par une région stérile non concédée, à l'est par la concession de Bruay, au sud par celles de Camblain-Chatelain et de Cauchy-à-la-Tour, à l'ouest par celle de Ferfay *(fig. 1, Pl. 82)*.

La surface est de 2 990 ha répartis sur les territoires des communes de Burbure, Allouagne, Lapugnoy, Lozinghem, Marles, Calonne-Ricouart, Auchel et Cauchy-à-la-Tour.

Géologie.

La géologie de cette concession a été complètement décrite par M. de Soubeyran dans son étude sur le bassin houiller du Pas-de-Calais, qui a été publiée en 1898, par le Ministère des Travaux publics *(Études des gîtes minéraux de France)*. Nous y avons fait de nombreux emprunts dans la description sommaire que nous donnons ci-dessous. MM. Fèvre et Cuvellette, s'en sont également occupés dans une notice sur les bassins houillers du Pas-de-Calais et du Boulonnais, parue à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900.

En examinant les plans des travaux de Marles, on voit qu'il

n'y en a pas dans la région nord de la concession. Cette région a été explorée par quatre sondages, dont trois ont été négatifs, trouvant le calcaire carbonifère immédiatement sous le tourtia; le quatrième, qui se trouve au nord-est de la concession a traversé en dessous du tourtia 50 m de terrain houiller, et recoupé deux veines de houille de plus de 1 m d'épaisseur. Il est probable que l'accident qui prolonge la faille de Ruitz, reconnue par les travaux de Bruay, prend, dans la concession de Marles, une importance assez considérable pour amener le calcaire en face des couches à 36 0/0 de matières volatiles, tandis que, dans la concession de Bruay, cette faille ne fait que remonter les couches à 20 0/0 de matières volatiles vis-à-vis celles qui en ont 36 0/0.

D'après ces recherches et celles des concessions voisines, on voit que la ligne d'affleurement des terrains houillers au tourtia, dans le nord de la concession, y pénètre près du sommet nord-est, puis elle s'infléchit au sud-ouest; ensuite, elle suit une ligne sud-est-nord-ouest, qui parait se confondre avec le prolongement de l'affleurement de la faille de Ruitz; elle sort de la concession de Marles pour entrer dans celle de Ferfay, à 450 m environ du sommet nord-ouest *(fig. 1, Pl. 82)*.

Le lambeau de terrain houiller qui se trouve au nord-est de la concession, au-dessus du prolongement de la faille de Ruitz est de trop faible étendue pour donner lieu à une exploitation.

La région sud a été explorée par les travaux des fosses nos 2, 3, 4 et 5 et par six sondages. On y exploite : 1° les couches supérieures de la formation houillère du bassin du Nord et du Pas-de-Calais, renfermant 35 à 38 0/0 de matières volatiles et très propres aux foyers domestiques, type Flénu; 2° le faisceau des veines du puits n° 1 de Ferfay donnant des houilles demi-sèches pouvant servir à la fabrication du gaz. Il est donc vraisemblable que l'on rencontrera en profondeur les charbons gras et les charbons maigres du bassin.

Toutes les veines exploitées à Marles sont décrites dans l'ouvrage de M. de Soubeyran, cité plus haut. Elle sont au nombre de 37, mais plusieurs ne sont que des veinules inexploitables; la plus épaisse et la plus exploitée est la Grande-Veine, son épaisseur varie de 1,80 m à 2,50 m; c'est aussi la plus élevée dans l'ordre géologique.

L'épaisseur totale du charbon des 37 veines reconnues est d'environ 28 m.

Les coupes ci-jointes *(fig. 2, 3, 4, 5, Pl. 82)* indiquent bien

l'allure générale des veines. Celles-ci sont découpées par plusieurs failles dont l'une, dite faille du couchant, de direction nord-ouest-sud-est et non représentée dans les coupes ci-jointes, donne un rejet, côté est, de 500 m et présente cette particularité de modifier complètement l'orientation et l'inclinaison des couches; elle passe à 400 m au sud du siège n° 5 et il n'y a pas encore d'exploitation au sud de cet accident; d'ailleurs, toute la région qui avoisine la limite de la concession de Cauchy-à-la-Tour n'a pas été exploitée, car le gîte paraît être affecté par de nombreux rejets.

La zone qui s'étend au sud-est de la ligne formée par les fosses n° 2 et n° 5 est également inexplorée sur près d'un km de largeur, le long de la limite commune avec Bruay; on y a fait un sondage en 1862 qui n'est allé qu'à 154,65 m de profondeur, et qui a reconnu une veine d'un mètre; mais, d'après les travaux des deux concessions, on peut espérer que les terrains présenteront une allure très régulière dans cette zone.

Des six sondages exécutés dans la région sud, le plus intéressant, est celui qui se trouve au nord de la fosse n° 4; il a 491 m de profondeur; après avoir recoupé une nombreuse série de veines il a trouvé le calcaire à 486 m, mais en traversant une faille très probablement, car les terrains qui précèdent ne présentent pas les caractères des terrains de la base du bassin. D'autres travaux, exécutés par la fosse n° 4 dans cette région, ont également rencontré les terrains calcareux. Il est très probable que ces terrains appartiennent à la tête du calcaire carbonifère et qu'ils ont été amenés en ce point, par des cassures secondaires, se rattachant à l'accident prolongeant la faille de Ruitz. S'il en était ainsi, la richesse de cette région ne serait pas très considérable.

Dans la partie sud de la concession, la ligne d'affleurement du terrain houiller au tourtia ondule autour de la ligne qui sépare la concession de Marles de celle de Cauchy-à-la-Tour.

Dans toute l'étendue de la concession, le plan d'affleurement du terrain houiller est au tourtia; il présente une légère pente au sud-ouest, de sorte que l'épaisseur des morts-terrains varie de 86 m près Marles, à 136 m près la fosse n° 5. Ces terrains sont généralement solides, sauf dans la partie qui avoisine le premier puits de Marles et la région de Calonne.

On admet généralement que les veines supérieures de Marles correspondent aux veines n°s 5, 6, etc., de Bruay. Cette assimi-

lation est basée sur la nature des couches, sur leurs distances et sur la structure des roches, mais il est impossible de poursuivre l'identification aux autres veines.

Exploitation.

Les veines exploitées à Marles, ne dégagent pas de grisou; de plus, comme l'allure est généralement à pentes assez faibles et que les épaisseurs sont fortes, l'exploitation est très fructueuse.

Les méthodes d'exploitation employées dérivent presque toujours des méthodes par tailles chassantes ou montantes, avec remblais fournis par les travaux.

Havage Mécanique.

Depuis 1900, la Compagnie de Marles a fait de nombreux essais de haveuses mécaniques américaines.

Le Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale (4e série, tome Ier), a publié les premiers résultats que l'on avait obtenus.

Profitant de son installation électrique, qui était déjà très développée à l'intérieur, la Compagnie a employé des haveuses mues par l'électricité.

Elle avait mis en essai, pour commencer, la haveuse à pic battant 175 à 225 coups à la minute, mais cet outil fatiguait beaucoup trop les ouvriers. Elle a pris ensuite les haveuses à chaine et, parmi celles-ci, la haveuse Morgan Gardner, procédant par saignées successives de 1,15 m de largeur et 2,10 m de profondeur, a donné des résultats très satisfaisants pour les traçages des couches présentant une certaine consistance; car l'une des causes qui empêchent souvent d'obtenir de bons résultats avec les haveuses mécaniques, c'est le peu de solidité des bancs; en effet, lorsque des bancs, ne présentant pas une consistance suffisante, commencent à être découpés par la haveuse, la masse supérieure s'appuie sur l'outil et le prend en serre; il faut alors un temps considérable pour le dégager. Mais, lorsque la fermeté de ceux-ci est suffisante, on double le rendement des ouvriers travaillant au front du chantier, et, malgré les frais d'amortissement et d'entretien, qui sont assez élevés, on arrive à un résultat très satisfaisant. Ainsi, aux mines de Marles, on emploie dix-huit haveuses Morgan Gardner dans les traçages de la Grande-Veine, au siège n° 5, et ce nombre déjà élevé de haveuses employées est un indice certain des bons résultats obtenus.

La haveuse Morgan Gardner a besoin de 25 ampères, le courant étant de 500 volts.

La durée du havage d'un front de 4 m de largeur varie de quarante minutes à deux heures, suivant les conditions plus ou moins avantageuses du travail; la hauteur du havage est de 12 cm.

En voyant la facilité avec laquelle les chaînes armées de couteaux coupaient le charbon, on a voulu essayer une rouilleuse à chaîne, mais l'appareil était trop encombrant et trop lourd, les résultats ne furent pas satisfaisants. Il en a été de même de la ripante Morgan Gardner, que l'on avait cru pouvoir employer dans les tailles.

On a fait également des essais avec la haveuse anglaise « Diamond », dans laquelle les couteaux sont montés sur une roue.

Concurremment avec les haveuses Morgan Gardner, on se sert de perforatrices électriques rotatives Morgan. Les quatre trous de 1,80 m de profondeur, qui sont nécessaires à l'abatage d'un havage fait dans un traçage de 4 m, peuvent être forés en moins d'une heure. Ces trous sont chargés avec de la poudre Favier n° 1, ou de la grisounite Favier.

Perforation mécanique.

Pour le creusement des bowettes, on emploie l'air comprimé actionnant des bosseyeuses François-Dubois.

Des compresseurs Burckardt sont placés à l'intérieur de la mine, à proximité des chantiers en activité, et ils sont mus par des moteurs électriques Postel-Vinay semi-blindés, 25 kilowatts sous 500 volts; ils fournissent de l'air à la pression de 4 à 5 kg. Chaque compresseur peut faire marcher deux ou trois bosseyeuses.

Avec ces installations, on obtient un plus grand rendement qu'en plaçant les compresseurs à la surface, car on évite les pertes considérables provenant des conduites d'air comprimé; on a donc les avantages de l'électricité sur l'air comprimé au point de vue du transport de force, et, d'autre part, on a aussi les avantages de l'air comprimé sur l'électricité, au point de vue de la perforation.

Dans les travaux au rocher, on se sert de dynamite-gomme, et on fait l'allumage des coups de mine au moyen de l'électricité.

Soutènement.

L'exploitation se faisant souvent à de grandes distances des puits, il faut que les galeries principales soient construites très solidement, pour éviter des frais d'entretien trop onéreux, et cependant elles doivent avoir une assez grande largeur, pour réduire au minimum la résistance à la circulation de l'air. On a adopté un type de galerie, de 3 m de largeur sur 2,75 m de hauteur, dont le soutènement s'obtient par des piédroits en maçonnerie de cailloux provenant des travaux du fond, sur lesquels on place des madriers en chêne servant de semelles à des poutrelles en I, cintrées ($150 \times 52 \times 10$) et garnies de queues en fer (10×10), système Daburon, ancien Ingénieur en chef de la Compagnie; le tout est coincé au toit par un garnissage en cailloux, ce qui donne un ensemble rigide et très élastique en même temps.

Dans les tailles, on est arrivé à diminuer considérablement les frais de boisage, par l'emploi de rallonges métalliques, qui se prêtent mieux au déboisage que les rallonges en bois dont on se servait antérieurement. M. Baily, ancien Ingénieur de la Compagnie, a donné une description très détaillée de ce genre de travail dans le Bulletin de la Société de l'Industrie minérale (3e série, tome I). Il résulterait des constatations qui ont été faites au début de l'emploi de cette méthode, que le prix des rallonges métalliques serait amorti en moins de trois quinzaines; au bout de ce temps, on réaliserait un bénéfice net; on obtiendrait de ce fait une économie de 0,15 à 0,30 f par tonne, suivant la difficulté du déboisage, sur les fournitures du boisage des tailles, plus une économie de 0,125 sur la main-d'œuvre, par suite de la suppression du transport et de la préparation des bois par le mineur, et de la facilité plus grande du remblayage.

Traction a l'intérieur.

On est arrivé à une très grande économie dans les transports au fond, en faisant toute la traction des galeries principales au moyen de locomotives électriques à trolley.

La Compagnie fit étudier, en 1889, le fonctionnement des locomotives électriques de la mine de Zankeroda; cet examen ayant fait naître la pensée que ce mode de transport était pratique et avantageux dans les mines non grisouteuses, la Compagnie de

Marles décida une installation d'études au siège n° 4. Après quelques tâtonnements, le succès fut complet, et on étendit ce mode de traction au siège n° 5.

Actuellement, la Compagnie possède près de 6 km de voies, parcourues par quinze locomotives.

Nous décrirons l'usine produisant l'électricité un peu plus loin. Quant à la traction elle-même, tous les détails en ont été donnés dans les *Publications de la Société des Ingénieurs sortis de l'École provinciale d'Industrie et des Mines du Hainaut* (3e série, Tome I, Fascicule 3, 1892), et dans les *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale* (avril 1896), par M. Baily, dans le *Cours d'exploitation des mines*, fait à l'École Centrale par notre Président, M. Couriot, et enfin dans la notice qui a été remise aux membres de notre Société, lors de la visite du 10 juin 1904.

La Compagnie avait eu l'amabilité de faire construire, pour cette visite, un modèle de la traction sur le carreau de la fosse n° 5; une voie rectiligne d'une cinquantaine de mètres de longueur présentait en son milieu un embranchement; des cadres métalliques, placés à 1 m de distance, figuraient les galeries; tout le mécanisme de l'embranchement, et les signaux de sécurité avaient été représentés; une locomotive pouvait circuler sur cette voie, en traînant un petit convoi de berlines, de sorte que, même ceux de nos collègues qui ne sont pas descendus dans la mine, ont pu se rendre compte du fonctionnement de la traction.

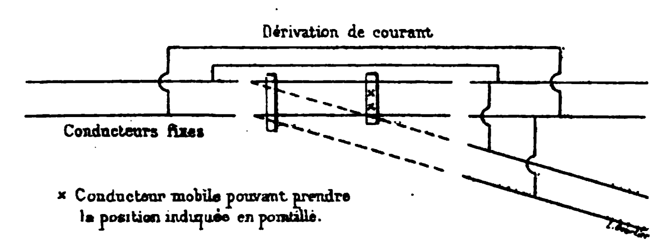
La voie a 650 mm de largeur; les rails sont du type Vignole, et pèsent 15,500 kg par mètre courant; ils reposent sur des traverses en acier, système Legrand, entre lesquelles on intercale des traverses en chêne goudronnées. La voie a une pente de 11 mm vers le puits.

Les berlines sont en tôle d'acier, et ont une contenance de 625 l.

Le courant électrique est amené par des câbles armés des génératrices aux conducteurs de la traction. Ceux-ci se composent de deux lignes de poutrelles I en acier, du poids de 8,750 kg par mètre courant; la section est de 1100 mm². Ces poutrelles sont suspendues, au moyen de colliers, à des rouleaux en bois de chêne, bouillis dans l'huile, et fixés à la partie supérieure de la galerie, sur des poutrelles cintrées, indépendantes du soutènement. L'isolement de toutes ces pièces est assuré par des garnitures en caoutchouc.

Comme complément à ces conducteurs, on a placé, à l'étage 260, une ligne de feeders, allant au point le plus éloigné du puits, soit à 2100 m; c'est un câble isolé (1400 mégohms) de 200 mm², supporté par des poulies en porcelaine, avec attaches spéciales. De plus, on a relié les conducteurs des étages 260 et 305 en leurs points milieu, par des câbles de 200 mm², sous plomb.

Aux bifurcations, la première longueur des conducteurs, après l'aiguillage, est suspendue sur des galets, de façon qu'elle puisse venir se mettre dans le prolongement des conducteurs de chacune des deux voies de la bifurcation. Des verrous assurent la fixité de ces conducteurs, dans l'une ou l'autre des positions, mais le courant n'y passe pas, ou, du moins, il est assuré par des dérivations mettant en communication les parties fixes des conducteurs, ainsi que le montre le croquis ci-dessous.



Chaque trolley forme un chariot roulant, au moyen de deux galets en bronze sur les ailes inférieures des poutrelles; un troisième galet est appliqué par des ressorts sur la surface inférieure du conducteur.

Les locomotives pèsent 3200 kg; elles ont 2,30 m de longueur, 0,72 m de largeur et 1,50 m de hauteur. Le moteur est à enroulement Gramme, et est excité en série; il fait 1200 tours. La réduction de vitesse est obtenue par engrenages, ainsi que le changement du sens de la marche. Le mécanicien a donc à sa disposition un commutateur unipolaire, un levier de manœuvre du rhéostat, les coupe-circuit fusibles, un volant pour la commande de l'embrayage de changement de marche, et un volant pour le frein à sabots. Une lanterne de cinq lampes 10 bougies 100 volts, placée à la partie supérieure, éclaire la marche de la locomotive.

Chaque locomotive remorque un train de quarante berlines à la vitesse commerciale de 14 km à l'heure; elle fournit donc un travail de 210 tonnes kilométriques par heure.

La voie de la traction est séparée en sections de 600 m de longueur, desservies chacune par une locomotive; des voies de garage, placées aux extrémités de chaque section, permettent le changement de locomotives.

Des signaux électriques optiques et acoustiques commandent les différentes sections et empêchent les fausses manœuvres.

Ventilateurs secondaires électriques.

Ces ventilateurs servent pour l'aérage des travaux en ferme, tels que bowettes en perçage, traçages des grandes mailles en vue des dépilages ultérieurs, etc.,

Ce sont de petits ventilateurs Guibal à double ouïe et à grande vitesse. L'entraînement se fait par moteur Westinghouse semi-blindé ; l'attaque est directe.

Le montage et le démontage de ces appareils se font très rapidement, et leur transport est aisé.

Conducteurs électriques a l'intérieur.

Ainsi qu'on vient de le voir, l'emploi de l'électricité est très répandu dans les travaux des mines de Marles, les conducteurs électriques sont donc très nombreux.

Ceux qui descendent dans les tubes des puits sont des câbles armés ayant la composition suivante : la section du cuivre est de 400 millimètres carrés ; l'isolement s'obtient avec du jute imprégné ; et le tout est placé dans un tube de plomb que l'on entoure d'un filin asphalté sur lequel repose l'armature en fils d'acier de trois millimètres, ou bien en feuillard en acier doux. L'isolement de ces câbles est de 1 400 mégohms. Ils sont suspendus dans les tubes des puits par des supports en acier coulé en deux pièces serrées par des boulons ; ces supports sont scellés dans la maçonnerie ou assujettis sur les anneaux du cuvelage ; entre les deux pièces d'acier et le câble, on interpose deux pièces de bois qui assurent le serrage. Lorsque ces câbles se prolongent dans les galeries, ils sont accrochés aux parois à l'aide de ferrures scellées dans les piédroits en maçonnerie.

Dans la fosse n° 5, qui est celle qui consomme le plus d'électricité, la section totale des câbles du puits n° 1 est de 1 600 mm² et celle des câbles du puits n° 2 de 1 800 mm² ; on installe un tableau de distribution auquel aboutiront ces câbles.

Les conducteurs d'électricité qui parcourent les galeries ont des sections de cuivre variant entre 200 et 100 mm²; ils sont isolés par une couche de caoutchouc gris, une couche de caoutchouc noir, une toile et une tresse. Ils sont suspendus aux billes en fer, qui garnissent le ciel de la galerie, par des porcelaines munies d'une rainure ou se place le câble, et soutenues par des crochets doubles en fer de 10 millimètres carrés.

Les câbles secondaires amenant le courant jusqu'aux appareils d'utilisation et dont la section en cuivre varie de 100 à 16 mm², sont isolés de la même manière que les précédents; on les suspend aux parois des galeries avec de simples cordes.

Les raccords entre les différents câbles se font au moyen de boîtes de jonction.

Téléphones.

Les travaux du fond sont reliés entre eux et avec le jour au moyen de téléphones haut-parleurs Siemens et Halske, spécialement construits pour résister à l'atmosphère humide de la mine.

La source d'énergie est une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 15 ampère-heures pour un courant de décharge de 1 ampère. La décharge admet un courant variable de 0 à 2 ampères.

Épuisement.

En temps normal la venue d'eau par jour est faible; mais, par suite de l'absence de dièves sur une partie de l'étendue de la concession, on est exposé à voir cette venue d'eau augmenter considérablement et subitement. On a paré à cet inconvénient en installant des pompes puissantes, dont on verra la nomenclature dans la description des différents sièges en activité et qui permettent de refouler au jour 36000 m³ par vingt-quatre heures; et pour empêcher ces pompes d'être noyées en cas de coup d'eau, on a exploité de grands quartiers situés à un niveau inférieur à celui des pompes.

Il n'y a eu jusqu'ici de venue d'eau importante qu'au siège n° 5; en temps normal, elle est de 2500 m³; mais le 25 février dernier, il s'est produit un coup d'eau et elle est montée à 10000 m³; toutefois elle diminue, et actuellement elle n'est plus que de 5500 m³ environ.

Sièges d'extraction.

On a ouvert cinq sièges d'extraction dans la concession de Marles, sur lesquels trois seulement sont en activité actuellement; un sixième est en fonçage.

Fosse n° 1. — Une première fosse fut commencée en 1853, à 400 m au nord du clocher de Marles; son diamètre était de 4,50 m; mais elle s'éboula pendant le fonçage lorsque la profondeur fut de 56 m.

Fosse n° 2. — On entreprit alors une seconde fosse à 50 m au sud-est de la précédente. La nature très ébouleuse des terrains et l'affluence considérable des eaux, 860 m³ à l'heure, créèrent de grandes difficultés; mais elles furent heureusement surmontées; la hauteur des morts-terrains était de 83 m et on dut faire un cuvelage en bois sur toute cette hauteur, sauf sur les 8 m en dessous du sol. La profondeur totale fut de 231 m et on commença l'extraction en 1858.

Huit ans après, la fosse était en pleine exploitation, lorsqu'en avril 1866, il se déclara un fort mouvement dans le cuvelage, à 55 m de profondeur; pendant qu'on travaillait à consolider ce cuvelage, quelques pièces se détachèrent, livrant passage à une énorme masse d'eau qui entraîna dans le puits les terrains peu consistants de ce niveau. On ne put aveugler cette fuite, et comme les travaux étaient très étendus ils absorbèrent une très grande quantité de ces terrains, de sorte que les vides qui se firent autour du cuvelage furent considérables et amenèrent l'écroulement du puits dans la nuit du 2 mai; le trou formé fut suffisant pour engloutir le châssis à molettes, la machine d'épuisement et une partie des bâtiments de la machine d'extraction et des chaudières. On décida de ne pas essayer de reprendre le puits et de laisser, dans l'avenir, un fort massif de protection autour des travaux de cette fosse.

Fort heureusement, l'un des deux puits de la fosse n° 3, le puits Saint-Firmin, était prêt à être mis en exploitation, au moment où arriva cette catastrophe; tous les ouvriers purent y être occupés et, vers la fin de 1866, on atteignait une production journalière moyenne de 450 t, plus forte que celle de la fosse n° 2; aussi l'extraction, qui était de 62487 t, en 1865, s'élevait à 84469 t en 1866 et à 99619 t en 1867.

Fosse n° 3. — La fosse n° 3 est située à peu près au centre de la concession, elle comprend deux puits jumeaux distants de 37,50 m l'un de l'autre ; le premier, le puits Saint-Firmin, a été commencé en 1863 ; le niveau d'eau s'est passé très facilement, la venue n'étant que de 10 m³ à l'heure ; la hauteur des morts-terrains est de 128 m et le cuvelage en bois s'étend de 30,40 m à 125 m de profondeur ; la profondeur du puits est de 271 m. Il sert de retour d'air. Sa machine d'extraction a deux cylindres verticaux de 0,850 m de diamètre et 1,500 m de course ; elle est munie d'une détente Rieder variable par le régulateur.

L'étage en exploitation est à 260 m, et l'extraction journalière actuelle est de 720 t.

Le deuxième puits, puits Saint-Abel, a été commencé en 1875 ; son diamètre est de 4 m et sa profondeur de 308 m ; il est cuvelé en bois de 29,60 m à 119 m. Il sert d'entrée d'air. Sa machine d'extraction est semblable à celle du puits Saint-Firmin. L'extraction journalière est de 570 t ; elle se fait à l'étage 308.

Dans les deux puits, les câbles sont en aloès et les cages ont trois étages de deux berlines.

Les deux étages en extraction dans les deux puits sont réunis auxiliairement par un petit puits intérieur muni d'un treuil à vapeur.

Les chaudières sont réparties en deux groupes : l'un de six semi-tubulaires de 140 m² de surface de chauffe ; l'autre de trois chaudières à bouilleurs ayant 82, 88 et 101 m² de surface de chauffe ; toutes sont timbrées à 6 kg.

Sur le puits Saint-Firmin aspirent deux ventilateurs Guibal, l'un de 7 m, l'autre de 9 m de diamètre.

Un monte-charge à vapeur élève au niveau de la recette tout le matériel et les approvisionnements.

L'épuisement se fait par une pompe souterraine à vapeur, capable de refouler au jour d'un seul jet un volume de 4 500 m³ par vingt-quatre heures.

L'atelier de triage se trouve à 300 m des puits ; les berlines y sont amenées par une chaîne sans fin, actionnée par une machine à vapeur. Les déchets du triage sont versés, soit sur un terri en cône dont le plan incliné est muni d'un treuil électrique de 25 ch et dont la hauteur actuelle est de 54 m au-dessus du point de chargement, soit sur une plate-forme de 25 m de hauteur, desservie par un plan incliné avec treuil à vapeur.

Dans le terri conique le plan incliné, servant à monter les

Le cuvelage en fonte s'étend de 29 m à 117 m. L'épaisseur des morts-terrains est de 135 m. Le puits a 3,65 m de diamètre, sa profondeur est de 305 m. Il fut mis en exploitation en 1876.

La recette à charbon est à 6 m au-dessus du sol et la hauteur du chevalement est de 13 mètres.

La machine d'extraction est horizontale; la distribution se fait par soupapes du système Sulzer-Martin; le diamètre des cylindres est de 900 mm et la course de 1,800 m. Les câbles sont en aloès. L'étage en exploitation est à 260 et l'extraction de 1 300 t en moyenne se fait par des cages à 4 étages et 8 berlines.

Le deuxième puits, ou puits B, se trouve à 36,40 m du précédent; il a été commencé à la fin de 1872 et il a été foncé par le procédé Kind Chaudron; il est cuvelé en fonte depuis 30 m jusqu'à 115 m; le diamètre est de 3,65 m. La machine d'extraction est exactement pareille à celle du puits précédent, seulement les bobines ont été remplacées en 1889 par une poulie Kœpe à deux rainures, car, au lieu d'employer un câble unique pour soutenir les cages, on adopta le système de Mot consistant à avoir deux câbles d'extraction placés l'un à côté de l'autre sur la bobine et sur les molettes et dont les extrémités étaient réunies par des chaînes Galle roulant sur des tourteaux supportés par les têtes des cages : les extrémités de chacune de ces chaînes étaient également réunies par d'autres chaînes de façon que, l'un des câbles venant à casser, les cages restent suspendues à l'autre. En théorie, les chaînes Galle, oscillant sur les tourteaux, avaient pour but d'égaliser la tension des deux câbles; en fait, cela ne se passait pas ainsi, il n'y avait qu'un seul câble en tension. Ce système n'apportait donc qu'une complication inutile. Il a été décrit dans le *Génie Civil* (tome XXI).

On y renonça et on revint au système Kœpe quand on remplaça le chevalement de ce puits.

L'étage en exploitation est à 305, l'extraction est de 1 000 t et se fait avec des cages à 4 étages et 8 berlines.

Ce puits sert de retour d'air, mais il est appelé à devenir puits d'entrée lorsque de nouveaux ventilateurs seront installés à la fosse n° 6 actuellement en fonçage. Pour le moment l'aérage est assuré par deux ventilateurs Guibal de 9 m de diamètre tirant sur ce puits.

La vapeur est fournie à toutes les machines du siège par vingt générateurs semi-tubulaires Meunier de 200 m² de surface de chauffe et timbrés à 10 kg. La vapeur d'échappement de toutes

ces machines est envoyée à une condensation centrale par surface, système Balcke, et l'eau condensée revient aux générateurs après avoir été débarrassée des huiles; cette installation est faite pour 28 000 kg de vapeur à l'heure et elle est prévue pour être doublée.

L'atelier de criblage comprend quatre appareils pouvant traiter chacun 800 t journellement et un transport aérien d'une longueur de 450 m assure le service de la mise en dépôt des stériles.

Ce siège possède des installations d'épuisement très puissantes. A l'étage 260 on trouve : deux pompes électriques Erhardt et Sehmer pouvant refouler chacune 6 500 m³ par 24 heures en marchant à 170 tours à la minute : l'une de ces pompes est en montage; une pompe électrique centrifuge Sulzer pouvant débiter 7 200 m³ par 24 heures en faisant 1300 tours par minute; une pompe à vapeur, système Maillet, refoulant 3 500 m³; une autre pompe à vapeur, même système, mais pouvant donner 6 500 m³ en 24 heures.

A l'étage 305, il y a une pompe électrique Sulzer refoulant de 305 à 260 m, 2 900 m³ par 24 heures.

Comme secours, la fosse a à sa disposition des buveuses de 5 m³ permettant de faire l'épuisement par la machine d'extraction.

Un très grand nombre de machines consomment de l'énergie électrique au siège n° 5. On trouve en effet :

Au fond :

	Débit de l'unité.	
9 locomotives en service régulier. .	30-40	ampères
2 treuils Lebrun	30-50	—
1 treuil à chaîne sans fin.	40-50	—
10 ventilateurs Piteux	9	—
2 ventilateurs Lebrun	16	—
2 compresseurs d'air.	45-50	—
5 pompes Worthington.	8-9	—
3 petites pompes Sulzer	25-40	—
1 grande pompe Sulzer (en montage)	450	—
1 pompe Lebrun.	16	—
18 haveuses	25	—
25 perforateurs au charbon	3-5	—
1 pompe Erhardt	440	—

Au jour :	Débit de l'unité.	
1 moteur d'atelier.	9	—
1 manège à mortier	50	—
1 ventilateur Prat	50	—
2 moteurs de triage	8	—
1 moteur de scie à tronçonner . . .	9	—
1 moteur de scie à refendre	40	—
1 moteur de condensation centrale .	150	—

En plus de ces machines, il y a l'éclairage, qui se fait au jour et au fond, par lampes à incandescence de 16 bougies de 110 volts reliées aux conducteurs principaux par séries de cinq. L'éclairage du chantier est fait par 10 lampes à arc Siemens et Halske; ces lampes sont alimentées par une petite machine spéciale donnant le courant à 250 volts. Elles sont disposées en deux circuits de cinq lampes en série chacun.

Fosse n° 6. — La Compagnie de Marles fait creuser actuellement un nouveau puits au sud-est de la fosse n° 5 à 2160 m de distance; il est destiné pour le moment à faire le retour d'air des travaux de ce siège. Un sondage pratiqué au centre du puits rencontra le niveau d'eau à 48 m et le terrain houiller à 123 m. Il fut décidé de passer le niveau d'eau au moyen de la congélation, et ce fut la Société « Entreprise générale de fonçage de puits, Études et travaux de mine » qui fut chargée d'opérer la congélation; elle a donné tous les détails de ce travail dans une notice qu'elle a fait paraître pour l'Exposition du Nord de la France à Arras.

Le puits fut commencé en juin 1902; comme il doit avoir 5,50 m de diamètre utile, on creusa vingt-quatre trous de sondage, répartis sur une circonférence de 7,50 m de diamètre, plus deux trous supplémentaires; la profondeur fut de 118,50 m. On eut à vaincre beaucoup de difficultés pour creuser ces trous et placer les tubes de congélation, et on ne commença à faire circuler les liquides réfrigérants qu'en avril 1903; toutes les machines étaient actionnées par des moteurs recevant le courant électrique de la fosse n° 5. Le creusement du puits ne commença qu'en juin, et il atteignait, en janvier 1904, la cote 121,30 m, où l'on plaça la base du cuvelage en terrains non congelés. On continue le fonçage, qui sera terminé l'an prochain.

Station centrale d'électricité.

De tous les sièges en activité des Mines de Marles, c'est le n° 5 qui consomme le plus d'électricité, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte d'après la nomenclature des machinesélectriqu es qui y sont installées; aussi est-ce à ce siège que l'on a placé la station centrale d'électricité. Elle fournit du courant continu à 550 volts, produit par trois groupes électrogènes :

1° Un groupe de 500 kilowatts : machine à vapeur Dujardin, distribution par pistons-valves; dynamo Postel-Vinay compound huit pôles;

2° Un groupe de 500 kilowatts : machine à vapeur Dujardin, distribution Corliss; dynamo Postel-Vinay compound douze pôles;

3° Un groupe de 360 kilowatts, actionné par câbles; c'est la première installation électrique à la fosse n° 5; il ne sert actuellement que comme secours, et il doit disparaître à la fin de l'année pour faire place à un alternateur triphasé de 440 kilovoltampères à 5000 volts, du type Schneider, commandé directement par une machine à vapeur Boulte-Larbodière; cette nouvelle machine est destinée à transmettre l'électricité aux autres fosses qui sont distantes chacune d'environ 3000 m de la fosse n° 5.

Pendant le trait au charbon, les deux premiers groupes sont couplés, et le courant total débité est de 1250 ampères en moyenne.

Conducteurs électriques au jour.

Actuellement, les lignes de distribution de l'énergie électrique, au jour, ont la disposition suivante, indiquée par le croquis ci-joint :

Ligne I, allant de la station centrale A aux puits du siège n° 5. Elle est formée par les câbles qui descendent dans le puits, et dont nous avons vu la composition plus haut;

Ligne II, allant de la station centrale A à un

point intermédiaire B, situé à une distance de 1 500 m; ligne aérienne composée de trois câbles par pôle, section 225 mm, débit 250 ampères;

Ligne III, allant du point B au siège n° 3, sa longueur simple est de 500 m; elle se compose d'un câble aérien de 50 mm², débit 50 ampères;

Ligne IV, allant du point B au siège n° 4; longueur simple 1 800 m, deux câbles aériens par pôle de 175 mm², débit 200 ampères;

Ligne V, allant de la station centrale A à la fosse n° 6; longueur simple 2 800 m, trois câbles par pôle donnant 150 mm² de section, débit 100 ampères. La ligne est aérienne, sauf sur une longueur de 30 m, où elle traverse les voies ferrées de la Compagnie du Nord; cette traversée se fait par un câble armé souterrain de même section.

Atelier central de réparation.

L'atelier central de réparation est situé à proximité de la fosse n° 3; il est bien outillé et occupe environ 75 ouvriers.

A côté se trouve le magasin central d'approvisionnement.

Lavoirs.

La Compagnie possède un atelier de lavage situé à Vis-à-Marles, comprenant six bacs laveurs système Elliot, pour laver les menus au-dessous de 18 mm; ces menus, qui contiennent environ 20 0/0 de cendres, sont ramenés à 9 à 10 0/0.

Cet atelier est capable de laver 40 t de charbon par heure.

Chemin de fer.

Le chemin de fer appartenant à la Compagnie de Marles relie ses trois sièges d'extraction aux gares de Chocques et de Lapugnoy, du réseau de la Compagnie du Nord, et au quai d'embarquement situé à Béthune, sur le canal d'Aire à la Bassée *(fig. 6, Pl. 82)*.

La longueur des voies de ce chemin de fer et des garages est de plus de 35 km.

Le matériel de traction et de transport se compose de :

14 locomotives à trois essieux couplés;

312 wagons à charbon;

25 voitures pour les trains de voyageurs et d'ouvriers.

Un atelier de réparation spécial pour l'entretien de ce matériel est annexé au dépôt des locomotives, situé près de Vis-à-Marles.

Un service de voyageurs et de marchandises est organisé sur une section de l'embranchement, d'une longueur de 7 km, donnant correspondance avec les trains de la Compagnie du Nord, à la gare de Lapugnoy. Les stations desservies sont : Lapugnoy-Nord, Vis-à-Marles-Mines, Auchel et Rimbert-les-Auchel.

Le nombre des voyageurs transportés sur cet embranchement, en 1903, a été de 90092.

Gare de triage et de classement, a Vis-a-Marles.

La Compagnie des Mines de Marles a été la première, dans le bassin du Pas-de-Calais, à faire elle-même le triage et le classement de ses wagons de charbon, de façon à bénéficier des primes de classement allouées par le tarif Nord spécial P. V. n° 7, homologué le 27 septembre 1898; ces primes varient par wagon de 10 t, de 0,85 f lorsque les wagons sont remis par trains complets, à 0,265 f quand les wagons sont remis isolés, par rames classées, ne constituant qu'une fraction de train complet.

La Compagnie du Nord a divisé son réseau en quarante et une zones, correspondant aux lignes à desservir, et, dans chaque zone, chaque gare a reçu un numéro d'ordre. Les étiquettes collées sur les wagons portent, en plus de la désignation, deux numéros, un pour la zone, l'autre pour la gare; les wagons sont étiquetés par les soins du bureau de la mine chargé des expéditions, et qui fait également les titres d'expédition; il est facile ensuite de les grouper par zone, et, dans chaque zone, par numéro d'ordre des gares.

Pour effectuer ce classement, la mine de Marles a fait construire une gare spéciale, près d'un faisceau de voies existant à Vis-à-Marles (*fig.* 7, *Pl.* 82). L'installation comprend :

Trois voies de débranchement ayant accès avec les voies de service des sièges;

Onze voies de triage ayant une longueur moyenne utile de 180 m chacune;

Deux voies de formation et de départ.

Toutes les manœuvres se font par la gravité.

Les voies sont éclairées par des lampes à pétrole à incandescence, système Washington.

En 1903, le nombre des wagons classés a été de 68 201, et la moyenne de la prime de classement par wagon, de 0,715 f.

L'installation avait coûté 150 000 f.

Presque toutes les houillères du Pas-de-Calais ont actuellement des installations similaires, ce qui a permis à la Compagnie du Nord de mieux utiliser son matériel et d'augmenter la rapidité des expéditions de houille.

Rivage de Béthune.

Le rivage de la Compagnie des Mines de Marles est situé à Béthune, sur le canal d'Aire à la Bassée.

L'embarquement se fait au moyen de deux basculeurs automatiques, dont le modèle figurait à l'Exposition de 1889; il a été décrit par les *Grandes Usines de Turgan*, dans la monographie des Établissements de Mme Ve Taza-Villain.

L'installation d'un basculeur comprend quatre appareils :

1° Le basculeur proprement dit, composé d'une plate-forme pouvant osciller autour de deux tourillons excentrés de 0,200 m; celle-ci porte deux contrepoids faisant pendule, et suspendus aux deux têtes du tablier, dans l'axe vertical des tourillons; elle est reliée par une bielle à un frein hydraulique composé d'un cylindre ayant 1,200 m de hauteur et 0,400 m de diamètre, dont les deux parties séparées par le piston sont reliées par un circuit muni d'un robinet manœuvrable à la main. Le wagon plein étant amené sur la plate-forme, il suffit d'ouvrir le robinet de circuit pour que celle-ci s'incline, le mouvement étant réglé par l'ouverture du robinet, et modéré par les contrepoids pendulaires; lorsque le wagon est incliné à 38 degrés, on ouvre les portes latérales, et le charbon se vide. Le retour de la plate-forme se fait par l'action des contrepoids;

2° La trémie fixe de chargement, qui reçoit le charbon tombant du wagon incliné; sa contenance est égale à celle du wagon; on a adopté pour cette trémie le modèle qui fonctionne à Lens;

3° La trémie mobile avec ses appareils de manœuvre, destinée à faciliter la répartition du charbon sur tous les points du bateau; cette trémie est également du même modèle que celle de Lens;

4° Un treuil pour la manœuvre des bateaux, donnant le mou-

vement à un câble sans fin en acier auquel on attache le bateau à volonté. Un homme suffit à la manœuvre.

Les wagons doivent être construits de façon à pouvoir résister au poids du charbon dans la position inclinée, et à laisser couler tout le charbon par les portes de côté; il faut, de plus, que ces portes puissent s'ouvrir facilement malgré le poids qui pèse sur elles. Ils ont été étudiés et construits en conséquence par les mêmes Établissements.

Ces basculeurs fonctionnent très bien et sans choc; ils peuvent débiter 150 t par heure.

Production.

Ainsi que nous l'avons dit déjà, les Mines de Marles produisent des houilles sèches à longue flamme, type Flénu. La composition moyenne est la suivante :

Eau	1	à	3	0/0
Matières volatiles.	32	à	38	—
Carbone	62	à	54	—
Cendres	4	à	6	—

Ce fut en 1858 que les Mines de Marles commencèrent à fournir du charbon; la production de cette année est de 31 750 t; mais, grâce aux installations puissantes dont le Conseil d'administration a su doter ces mines, la production prit rapidement un développement considérable, ainsi que le montre le tableau suivant :

Production	de l'année	1860. . . .	56 365	t
—	—	1865. . . .	62 457	—
—	—	1870. . . .	136 596	—
—	—	1875. . . .	251 596	—
—	—	1880. . . .	371 364	—
—	—	1885. . . .	492 337	—
—	—	1890. . . .	760 367	—
—	—	1895. . . .	797 870	—
—	—	1900. . . .	1 210 590	—
—	—	1901. . . .	1 208 868	—
—	—	1902. . . .	1 180 199	—
—	—	1903. . . .	1 380 475	—

Voici quelle a été la production par qualité pour l'année 1902:

Gros et gailleteries	10 481 t	1 0/0
Tout-venant.	314 365 —	44 —
Tout-venant industriel	338 060 —	21 —
Fines lavées et non lavées . . .	244 107 —	29 —
Déchet ou escaillage.	61 753 —	5 —

La distribution des combustibles par région a été pour la même année :

Dans le département du Pas-de-Calais. . .	137 915 t
— Nord	311 355 —
Dans les autres départements.	610 794 —
A l'étranger.	39 067 —

Personnel ouvrier.

Le nombre d'ouvriers occupés par la Compagnie des Mines de Marles est de 5 391, dont 4 230 au fond et 1 161 au jour.

Salaires.

Les salaires moyens des ouvriers à la veine sont de 6,60 f environ; les aides-mineurs sont payés aux 7/10, 8/10 et 9/10 des mineurs.

Le salaire général moyen du fond est d'environ 5,36 f.

Le salaire général moyen, jour et fond, d'environ 5,07 f.

Maisons ouvrières.

La Compagnie de Marles possède 1 364 maisons d'ouvriers où se trouve logée presque pour rien la majeure partie de son personnel; chaque année elle en fait construire de nouvelles; actuellement 120 sont en construction.

Fabrication des briques de schiste.

Cette usine a été créée à Marles en 1897.

Les schistes utilisés proviennent généralement des bancs du toit; ils sont de couleur gris clair, à texture massive, presque pas charbonneux et ne contenant que peu de fer.

Ils passent d'abord dans un concasseur, puis dans un broyeur

à meules dont le fond est perforé; la poudre qui traverse ce fond est remontée par une chaise à godets dans un bluteur; le refus retourne au broyeur et la poussière tombe dans un mélangeur à hélices où elle est humectée, puis vient dans une machine à mouler qui donne une première forme aux briques; celles-ci se rendent successivement dans deux presses puissantes qui achèvent de leur donner la forme voulue; ensuite elles sont chargées sur des brouettes et conduites au four. Celui-ci est à feu continu du genre Hofman.

Les diverses machines de cette installation sont de provenance anglaise; quant au four il n'avait primitivement que douze cases, mais cela était insuffisant, les opérations du séchage, de la cuisson et du refroidissement se faisaient mal; aussi a-t-on été obligé de le prolonger et de mettre dix-huit cases, ainsi que le montrent les figures 4 et 5 de la planche 83.

Les briques bien cuites sont dures, sonores et très résistantes; mais elles ont une couleur un peu pâle et sont lourdes. Elles conviennent très bien pour les maçonneries qui doivent présenter une grande résistance.

Cette installation permet de fabriquer 20 000 briques par jour, au prix moyen de 13 à 14 f le mille.

En choisissant certains schistes, on est arrivé à produire des briques réfractaires.

Hopital.

Pour assurer à son personnel, en cas d'accident, les soins les plus complets, la Compagnie de Marles a fait construire à Auchel un hôpital de 17 lits destinés exclusivement aux blessés. Cet hôpital est en service depuis le 17 octobre 1903; il a été installé avec tous les perfectionnements de la chirurgie moderne.

Les blessés y reçoivent des soins gratuits et une alimentation appropriée à leur état sans aucune réduction sur l'indemnité journalière à laquelle ils ont droit d'après la loi sur les accidents.

L'hôpital se composera dans l'avenir d'un pavillon central et de deux ailes, l'une affectée aux blessés, l'autre aux convalescents. Pour le moment, on n'a construit que le pavillon central où se trouvent tous les services généraux, et l'aile droite, qui contient les 17 lits et les diverses salles nécessaires aux blessés, y compris une grande galerie vitrée. L'aile gauche ne sera édifiée que lorsque les besoins s'en feront sentir; il est d'ailleurs à re-

et actuellement elle dépense plus de 1 100 000 f par an pour renouveler son outillage et le maintenir au niveau des progrès de l'Art des Mines.

Les richesses de ces mines paraissent considérables, car on peut espérer retrouver en profondeur les séries des veines de houille grasse, demi-grasse et maigre.

Les moyens actuels permettent d'augmenter la production dans une large mesure, si les exigences commerciales le demandent.

L'administration a fait de grands efforts pour arriver à introduire d'une façon courante les machines-outils dans le travail du charbon et, tout en continuant les essais, elle est déjà arrivée à un résultat très satisfaisant.

Elle possède une installation de transport d'énergie électrique les plus considérables, et est en voie de l'augmenter encore.

Sous le rapport de l'épuisement, elle est suffisamment outillée pour parer à tous les à-coups qui peuvent être prévus.

Son chemin de fer d'un côté, son rivage de l'autre, lui permettent d'expédier facilement sa production.

Enfin, au point de vue philanthropique, les dispositions qu'elle a prises sont à la hauteur de ses installations industrielles.

Je n'ai parlé qu'accidentellement de la réception si gracieuse que l'administration des Mines de Marles a réservée aux membres de notre Société qui se sont rendus dans le Nord et dans le Pas-de-Calais en juin dernier ; une voix plus autorisée, celle de notre Président, s'est chargée du soin de lui adresser, au nom de tous, les bien sincères remerciements que méritait un accueil aussi cordial. Qu'il me soit néanmoins permis d'exprimer particulièrement mes sentiments de reconnaissance à M. l'Administrateur délégué Comte Armand, à M. l'Ingénieur en Chef Engelbach et à M. l'Ingénieur attaché aux Services administratifs Bernadac, pour l'obligeance avec laquelle ils ont bien voulu me fournir les renseignements que je leur ai demandés.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

Gustave PETITJEAN

PAR

M. Gaston LE BEL

C'est un devoir que nous remplissons en consacrant cette notice à la mémoire d'un de nos collègues qui s'était acquis les sympathies de tous.

Gustave Petitjean s'est éteint à Paris, le 29 juin 1904, après une longue et douloureuse maladie; il était né le 12 août 1830.

En 1851, après s'être préparé à la carrière où l'attiraient ses aspirations, il sortait de l'École des Mines de Saint-Étienne avec le diplôme d'Ingénieur.

Il débuta à la Compagnie de Pontgibaud qu'il quitta en 1854, pour entrer comme Ingénieur ordinaire aux mines du Creusot et deux ans après il était nommé Ingénieur en chef.

Il y délimita, d'une façon précise, le bassin houiller, y installa le premier puits guidé, construisit la pompe Saint-Laurent pour l'épuisement de toutes les eaux et y mit en pratique la méthode d'exploitation par remblais.

En quittant, après seize années, le Creusot, il entreprit un long voyage d'études en Westphalie, Silésie, Pologne et Bohême, estimant qu'un Ingénieur doit avoir beaucoup vu afin d'être bien armé pour la lutte.

Il entra ensuite comme Ingénieur en chef du fond et du jour à la Compagnie des Mines de Blanzy. Il n'y fit qu'un court séjour de cinq années, mais c'est là surtout que se révélèrent complètement ses belles facultés d'Ingénieur par l'application de la méthode d'exploitation par tranches horizontales avec remblais complets et par série de trois tranches prises en descendant sous les remblais.

L'un des premiers, il introduisit à Blanzy, en 1872, l'emploi de l'air comprimé comme moteur; il installa au puits du Magny un compresseur pour actionner des perforatrices Dubois et François destinées au creusement des travers-bancs.

Il dota enfin le puits Sainte-Eugénie d'un groupe de trois compresseurs dont l'air comprimé fut utilisé pour creuser les galeries, transporter le charbon et les remblais et faire le premier essai, en France, du havage mécanique.

En 1875, il entrait comme administrateur délégué à la Société Nouvelle des Houillères et Fonderies de l'Aveyron où, pendant onze ans, il montra que ses qualités d'administrateur marchaient de pair avec celles d'Ingénieur.

C'est pendant cette période qu'il découvrit dans le bassin de l'Aveyron le système moyen dont il poursuivit la recherche, malgré l'avis contraire de tous les Ingénieurs du bassin et de l'administration des Mines.

La houille fut rencontrée, presque exactement, à la profondeur qu'il avait supputée et, depuis, l'exploitation du système moyen donne une part importante de l'extraction aux mines de Decazeville et de Campagnac.

Après la longue grève de 1886, qui commença par le tragique assassinat du directeur Watrin, la santé de Gustave Petitjean avait été ébranlée par les fatigues incessantes de cette période agitée; il demanda à cesser ses fonctions d'administrateur délégué pour rester simple administrateur et Ingénieur-Conseil.

Son passage à la Société des Houillères et Fonderies de l'Aveyron a eu les plus heureux effets; il a, par son administration intelligente et énergique, rétabli l'ordre et ramené la prospérité dans une industrie qui était dans un profond état de désorganisation.

La fin de sa carrière n'a pas été moins féconde. En collaboration avec un de ses camarades, M. Émile Grand, il fondait la Société minière du Tarn, qui, plus tard, devint la Société des Mines d'Albi.

M. Grand avait pensé que des recherches faites au sud de la Compagnie de Carmaux amèneraient la découverte de la houille. Il communiqua ses études à Gustave Petitjean qui, après examen approfondi, en acceptait les conclusions et constituait, le 22 août 1881, une Société d'études sous le nom de Société minière du Tarn.

Le 29 août 1883, le sondage de Campgrand recoupait une couche de houille de 1,75 m, puis une seconde de 5,85 m, enfin une troisième et une quatrième couches de 14,50 m et de 4 m.

Le bassin d'Albi était trouvé, et la concession leur fut accordée.

En 1889, la Société des Mines d'Albi fut constituée pour l'exploitation du nouveau bassin, et Gustave Petitjean y occupa le poste d'administrateur délégué jusqu'à sa mort.

Son activité était si grande, il avait une telle somme d'énergie, qu'il dépensait sans compter, qu'il a prêté en même temps son concours actif et éclairé à un grand nombre d'autres entreprises.

C'est ainsi qu'il était l'Ingénieur-Conseil, depuis leur fondation, des Mines d'anthracite de Meisseix, administrateur des Mines de Douchy, de la Société Lyonnaise des Schistes bitumineux, à la création de laquelle il collabora avec son ami, M. Paul Schneider; enfin, il était vice-président des Mines de fer de la Doubovaïa-Balka et de la Société de l'Imprimerie Kugelmann.

Son concours était très recherché, car Gustave Petitjean était un Ingénieur de grande valeur en même temps qu'un administrateur très expérimenté.

Ses camarades l'avaient porté à la présidence du groupe de Paris de la Société amicale des Anciens Élèves de l'École des Mines de Saint-Étienne, lui marquant ainsi l'estime et la déférence qu'ils avaient pour son caractère.

Enfin, notre Société, dont il était membre actif depuis 1887, l'avait désigné pour faire partie du Jury chargé de l'attribution du prix Henri Schneider, pour les mines.

La notoriété qu'il avait acquise le fit choisir, lors de l'Exposition universelle de 1889, comme membre du Comité d'admission de la classe des Mines et de la Métallurgie (cl. 48), et du Jury des récompenses, où il partagea pour cette même classe les fonctions de rapporteur avec MM. Habets et Gillon.

A l'Exposition de 1900, il fut de nouveau nommé membre du Comité d'admission, mais il refusa des fonctions supérieures, à cause de son état de santé.

Nommé Chevalier de la Légion d'Honneur en 1873, pour avoir, dit le décret : « contribué efficacement à développer la production de la houille dans le bassin de Blanzy, notamment par les moyens mécaniques », il fut promu Officier du même ordre à la suite de l'Exposition de 1889.

Mais, si l'Ingénieur possédait d'éminentes qualités, l'homme privé n'était pas moins bien doué. D'une bonté inépuisable, il était serviable pour tous ceux qui avaient recours à lui. Aussi, grand est le nombre de ceux auxquels il a prodigué ses encouragements et ses conseils, qu'il a aidés dans l'épreuve, et à qui il a facilité la recherche d'une situation.

Gustave Petitjean sut conquérir l'estime et la sympathie générales, et par son aménité, sa simplicité, la sûreté de ses relations, il avait fait naître autour de lui des amitiés dévouées, aussi bien de ses chefs, quand, poursuivant sa carrière, il les quittait pour occuper un poste plus important, que de ses subordonnés; c'étaient des amis qui se quittaient et conservaient d'étroites et affectueuses relations.

N'est-ce pas là un des traits du caractère de Gustave Petitjean qui lui fait le plus grand honneur?

Au nom des nombreux amis qu'il comptait dans notre Société, nous adressons nos sentiments de profonde condoléance à ses fils.

CHRONIQUE

N° 296.

SOMMAIRE. — L'élargissement du pont de Londres. — Les chemins de fer du monde. — Condensation dans une conduite de vapeur souterraine. — Les forêts en Suisse, en 1903. — Emploi de l'électricité pour les machines d'extraction de mines. — La plus grande carte du monde. — Effets de la compression sur les métaux très divisés.

L'élargissement du pont de Londres. — On a récemment terminé les travaux entrepris depuis deux années pour effectuer l'élargissement du pont de Londres. Cette amélioration était réclamée depuis longtemps; on dit même que vingt ans à peine s'étaient écoulés depuis la reconstruction de cet ouvrage, quand sir John Rennie fut chargé d'étudier la question de son élargissement; cet illustre Ingénieur, craignant probablement d'imposer de nouveaux poids sur des fondations déjà très chargées, se retrancha derrière des conditions d'esthétique pour donner un avis défavorable. Les choses en restèrent là jusqu'en 1876, où le *Common Council* examina un projet consistant à élargir la chaussée en établissant des trottoirs portés sur des consoles extérieures. Ce projet souleva une très violente opposition dans le public, et des pétitions furent faites contre lui. On ne donna pas suite à l'affaire dans l'espoir surtout que l'établissement du Tower Bridge amènerait une réduction du trafic du pont de Londres. Cette réduction se produisit, en effet, d'abord mais dura peu et le trafic augmenta de plus en plus, de sorte que la question devint plus urgente que jamais.

Enfin en 1892, la Corporation décida de prendre en considération un projet dû à son Ingénieur, M. A. Murray. Ce projet consistait à porter la largeur du pont entre parapets de 16,32 à 19,82 m (69 pieds).

La différence entre ces deux chiffres est entièrement absorbée par les trottoirs qui ont maintenant 4,57 m au lieu de 2,75; la chaussée ne gagne que 0,15 m, de sorte que la solution adoptée n'entraine aucune amélioration pour le trafic sur essieux. C'est l'objection la plus sérieuse qu'on puisse faire au projet et, bien qu'on se propose d'améliorer considérablement les approches du pont voisin, celui de Southwark, ce qui lui permettrait de détourner une partie du trafic du pont de Londres, il semble que le problème n'est point encore résolu d'une façon satisfaisante.

Dans l'exécution, on a enlevé les anciens parapets pleins et on les a remplacés par une balustrade en granit dont les jours permettent l'évacuation de la poussière si gênante, surtout par certains vents. Les niches, qui ne servaient guère qu'aux camelots et aux mendiants, ont disparu. Le nouveau parapet a 1,07 m de hauteur et comporte 1 452 balustres en granit. Ces parapets et les trottoirs sont portés par 325 consoles réparties sur les deux côtés du pont; chacune d'elles a 3,05 m de longueur, 0,99 m de hauteur et 0,43 de largeur et est fixée par des bou-

lons de 31 mm de diamètre. L'ancien parapet représentait environ 1 480 m³ de granit, le nouveau a presque le même volume, 1 430 m³.

Pour faire ces modifications sans interrompre la circulation, on a établi, de chaque côté du pont, des trottoirs provisoires supportés par des poutrelles soutenues par les avant-becs des piles; ces trottoirs étaient couverts de tôle ondulée galvanisée, abri très apprécié du public par le mauvais temps, à tel point que leur maintien était réclamé par bien des personnes peu soucieuses des lois de l'esthétique. Ces trottoirs provisoires ont employé environ 720 t d'acier.

Les travaux ont été exécutés par MM. Pethick frères, de Londres et Plymouth, dans le délai de deux ans fixé par le marché et au prix de 2 385 000 f. Ce n'est que quand les trottoirs provisoires auront été enlevés qu'on pourra juger de l'aspect définitif de l'ouvrage qui gagnera évidemment par la substitution d'une balustrade à jour à l'ancien parapet plein. Toutefois, on doit s'attendre à ce que l'approbation ne sera pas unanime, car il ne manque pas à Londres de gens pour lesquels la moindre atteinte à un monument historique constitue un acte de vandalisme.

La première mention d'un pont franchissant la Tamise à peu près à l'emplacement du pont de Londres remonte au milieu du xᵉ siècle, et il existe une curieuse relation par Snorro Sturlesson, historien islandais, d'une bataille dite du Pont de Londres, livrée en 1005, et dans laquelle Ethelred, assisté du roi de Norwège Olaf, détruisit le pont pour arrêter les Danois alors en possession de Londres et de ses environs. Plusieurs ponts en bois établis après celui-ci furent détruits par le feu ou par des tempêtes; le dernier avait été construit en 1163, par Pierre de Colechurch, qui jeta plus tard les fondations du premier pont en pierres, lequel demanda trente-trois ans pour sa construction, n'ayant été terminé qu'en 1209. Les dépenses d'édification furent couvertes par un impôt sur la laine.

Ce pont fut le prédécesseur immédiat du pont actuel; il avait à l'origine vingt arches; sa longueur était de 282,40 m, sa largeur 12,20 m et sa hauteur de 18 m. Il subit naturellement bien des modifications et des réparations au cours de son existence qui fut de plus de six siècles, et la plus importante fut certainement l'édification d'une double ligne continue de maisons qui réduisirent le passage à une très faible largeur qui, à certains endroits, n'était pas de plus de 3,60 m. Ces maisons furent démolies en 1754, ce qui rendit la circulation beaucoup plus facile. D'un autre côté, on avait fait certains travaux en vue de rendre la navigation plus aisée, et ces travaux avaient compromis la solidité des fondations à tel point qu'en 1761, Smeaton fut appelé à la hâte en présence des symptômes inquiétants. En 1801, Telford présenta un projet très hardi pour l'époque, consistant à franchir la Tamise par une arche en fonte de 183 m de portée; ce projet ne fut accepté. Enfin, en 1822, malgré l'opposition de la Corporation, un Comité de la Chambre des Communes, auquel la question avait été renvoyée, recommanda la construction d'un nouveau pont, et l'année suivante un Acte intervint pour l'exécution.

Le pont de Londres actuel a été construit d'après le projet de John

Rennie, qui mourut avant que les travaux ne fussent commencés; ils ont été exécutés par son fils, sir John Rennie. Le premier pieu fut battu le 15 mars 1824 et la première pierre fut posée le 15 juin 1825, en présence du duc de Cambridge, qui est mort récemment. Le pont fut inauguré en août 1831, par le roi Guillaume IV. Le pont actuel est de 55 m environ plus en amont que son prédécesseur; on sait qu'il se compose de cinq arches semi-elliptiques, dont les deux extrêmes ont 39,69 m d'ouverture, les deux suivantes 42,70 m et celle du milieu 46,50 m. Le pont et ses approches ont coûté la somme considérable de 50 millions de francs.

Nous avons trouvé les détails qui précèdent dans l'*Indian Engineering*.

Les chemins de fer du monde. — Les *Archivs für Eisenbahnwesen* donnent dans leur numéro de mai dernier, des renseignements intéressants sur la répartition des chemins de fer dans les diverses parties du monde, renseignements extraits des statistiques officielles des différents pays.

A la fin de 1902, il y avait en exploitation dans le monde entier 838 216 km de chemins de fer. Cette longueur représente 20,9 fois la circonférence de la terre à l'équateur (40 070 km), et 2,2 fois la distance de la terre à la lune (384 420 km). Ce chiffre donne la longueur des chemins de fer et non pas celle des voies qui serait bien plus considérable si on tient compte des parties de lignes qui sont à double et quadruple voie. Il ne s'applique d'ailleurs qu'aux chemins de fer à voie large ou étroite faisant un service public et ne tient pas compte des lignes analogues à ce qu'on appelle en Allemagne *kleinbahnen* des tramways de villes, etc.

Si on examine la répartition des chemins de fer dans les diverses parties du monde, on trouve pour l'Amérique le chiffre de 421 571 km, soit 2 500 de plus que la moitié de la longueur des chemins de fer du monde entier. L'Europe vient ensuite avec 296 051 km, puis bien loin en arrière l'Asie, avec 71 372 km, l'Australie avec 25 805 km, et enfin l'Afrique, avec le modeste chiffre de 23 417 km, peu en rapport avec son immense superficie.

Si on considère les pays séparément, on trouve en tête les États Unis, avec une longueur de 325 777 km; l'empire Allemand avec 53 700 km; la Russie d'Europe avec 52 339,7 km, compris la Finlande; la France avec 44 654 km; les Indes Anglaises avec 41 723 km; l'Autriche-Hongrie avec 38 041 km et la Grande-Bretagne et l'Irlande avec 35 591 km.

Au point de vue de ce qu'on pourrait appeler la densité des réseaux, c'est-à-dire la longueur rapportée à la superficie des pays, on trouve d'abord la Belgique avec 22,5 km par 100 km². Ensuite vient la Saxe avec 19,6 km; le Grand-Duché de Bade avec 13,8 km et l'Alsace-Lorraine avec 13 km; puis la Grande-Bretagne et l'Irlande avec 11,3 km par 100 km². Les chiffres les plus faibles dans cet ordre d'idées se rencontrent, pour l'Europe, en Norwège 0,7 et en Russie 0,9. Hors de l'Europe, les États-Unis ont 4,2; la Colonie australienne de Victoria 2,3; les possessions portugaises dans l'Inde 2,2; la Colonie britannique de Natal 1,7 et la Tasmanie 1,5.

Le rapport de la longueur des chemins de fer d'un pays à la population est très élevé en Suède, qui compte 23,9 km pour 10 000 habitants; après vient le Danemark avec 12,7; la Suisse avec 12; la France avec 11,5. Pour les pays hors d'Europe, on trouve des chiffres souvent très élevés, par exemple 92,9 km par 10 000 habitants en Queensland; 83,4 dans l'Australie méridionale; 77,2 dans l'Australie occidentale et 78 dans la Tasmanie.

L'accroissement de longueur pour la totalité des chemins de fer du monde de la fin de 1898 à la même époque de 1902 a été de 87 242 km, soit 11,6 0/0. De 1895 à 1899, cet accroissement avait été de 71 723 ou 10,2 0/0. La plus grande part de cette augmentation a été pour l'Amérique 35 234 km, puis pour l'Europe 26 307; ensuite vient l'Asie avec 17 767; l'Afrique 5 463 et l'Australie 2 471.

Une question intéressante est le coût de construction de ce réseau de chemins de fer. Il est très difficile de répondre à ce sujet, car les chemins de fer présentent d'un pays à l'autre des différences considérables qui agissent sur le prix d'établissement. Ce qu'on peut dire à cet égard, c'est que la moyenne du coût d'un kilomètre de chemin de fer en Europe peut être estimée à 374 215 f (1) et pour les chemins de fer extra-européens à 185 898 f. Si on multiplie ces chiffres élémentaires par les longueurs à la fin de 1902 qui sont de 296 051 km pour les pays de l'Europe et de 542 165 km pour les pays hors d'Europe, on trouve les produits respectifs de 110 787 millions et 100 788 millions, soit un total de 211 575 millions de francs pour le coût total des chemins de fer du monde existant à la fin de 1902. Cette somme énorme, si elle pouvait être réalisée en pièces d'or de 20 f, représenterait une colonne de 12 000 km de hauteur et exigerait pour son transport, d'après le journal auquel nous empruntons ces détails, 6 600 wagons de marchandises chargés à 10 t chacun. On peut encore dire, pour faire bien apprécier l'immensité du chiffre, que ce poids de 66 000 t représenterait un volume de 3 400 m³, soit celui d'un cube de 15 m de côté.

Le prix moyen d'établissement des chemins de fer varie d'ailleurs considérablement d'un pays à l'autre. En Angleterre, on trouve le prix le plus élevé, 835 000 f par kilomètre, avec, il est vrai, une proportion de 56 0/0 de voies doubles ou multiples. En Allemagne, le prix n'est que de 318 000 f, avec 36 0/0 de doubles voies; en France, 395 000 f avec 38 0/0, et enfin, en Autriche, 354 000 f avec 14,5 0/0 de doubles voies.

Sur les 838 000 km de voies ferrées existant dans le monde à la fin de 1902, on trouve 115 000 km de chemins de fer à voie étroite, c'est-à-dire d'un écartement inférieur à l'écartement normal de 1,44 m. Les voies se partagent comme suit : 74 0/0 à voie normale, 12 0/0 à voies supérieures, et 14 0/0 à voies inférieures à la normale.

Dans l'Inde, il y a 18 500 km de voies étroites, sur un total de 41 700, soit 44 0/0. Cette proportion élevée se rencontre aussi au Brésil, en Afrique, en Australie, etc.

(1) Les chiffres sont donnés en marks par le journal allemand, ils ne sont pas en chiffres ronds, de sorte que les chiffres en francs ne peuvent pas l'être non plus.

Condensation dans une conduite de vapeur souterraine. — Voici quelques chiffres intéressants, recueillis par M. William Wallace Christie, de Paterson, New-Jersey, sur une conduite de 91,50 m, en tuyaux de 0,101 m de diamètre, établie sous terre.

Cette conduite, servant à amener la vapeur d'une batterie de générateurs à un bâtiment situé à quelque distance, était posée avec une pente de 13 0/00, descendant vers les chaudières; elle était renfermée dans une gaine mesurant à l'intérieur 0,25 m de côté, formée par des planches de 30 mm d'épaisseur.

Cette gaine était posée dans une tranchée, avec sa partie supérieure à 0,30 m au-dessus du niveau du sol. Les tuyaux étaient au centre de la gaine, appuyés sur des plaques de tôle taillées avec une ouverture en demi-cercle, et distantes de 1,83 m les unes des autres.

Le bois était enduit d'huile de créosote, et l'intervalle entre les planches et les tuyaux était rempli de laine minérale. Il a été constaté que jamais, pendant l'hiver, la neige ne fondait au-dessus de l'emplacement de la conduite.

On a fait quatre essais de quatre heures chacun, à des jours différents; chaque essai consistait simplement à recueillir et peser l'eau de condensation déposée dans la conduite.

Le 16 mars dernier, la température extérieure étant de + 5° C., la quantité d'eau condensée entre 1 et 5 heures de l'après-midi fut trouvée de 9,97 kg. Le 17 du même mois, avec une température extérieure de —0°,5, il se condensa 10,53 kg, de 8 heures du matin à midi. Le 8 avril, la température de l'atmosphère étant de 16°,6 C., la quantité d'eau condensée fut de 8,5 kg, et enfin, le 9 avril, température extérieure 10°,6 C., il se condensa 10,30 kg. La pression dans la conduite était, dans tous les essais, de 5,5 kg par centimètre carré; on estime que la quantité de vapeur transmise correspondait à une force d'environ 25 ch.

Les chiffres donnés ci-dessus correspondent à une condensation moyenne de 2,45 kg de vapeur par heure pour la conduite de 91,50 m, ce qui donne 0,007 kg par mètre carré de surface de tuyau et par heure. Comme transmission de chaleur, ce chiffre représente en moyenne 4,6 calories par mètre et par heure. Le chiffre correspondant au maximum de condensation observé serait de 4,97 calories par mètre carré et par heure.

Les forêts en Suisse, en 1902. — Le compte rendu annuel du Département fédéral de l'Intérieur sur l'administration des forêts suisses est utilement complété cette année par deux importants articles sur les forêts, parus dans le *Handwoerterbuch der Schweiz Volkswirtschaft Sozialpolitik und Verwaltung*, publié par M. le professeur docteur Reichesborg, à Berne. Ces articles ont pour auteurs, d'une part, M. le docteur Coaz, Inspecteur fédéral en chef des forêts, pour ce qui concerne l'administration, et, d'autre part, le regretté professeur C. Bourgeois, de l'École forestière, qui, peu avant sa mort, a fourni un si intéressant exposé de la sylviculture en général et de la politique forestière.

La Suisse possède 854.467 ha de forêts, formant 20,6 0/0 de la super-

ficie totale du pays. Les communes sont propriétaires de 69,9 0/0, les gouvernements cantonaux de 4,5, et les particuliers de 28,6 0/0 de ces forêts. Celles-ci sont assez irrégulièrement distribuées sur toute la surface du pays. Le Jura est mieux boisé que les Alpes.

Entre les cantons et la plaine, il existe de grandes différences; tandis que pour l'ensemble du pays il y a, par habitant, 0,26 ha de forêts, nous trouvons : 1,21 ha aux Grisons, 0,80 en Obwald, 0,67 en Valais, contre 0,16 en Thurgovie, 0,11 à Zurich et 0,02 à Genève. Vaud, avec 0,26 ha, atteint la moyenne du pays.

Les forêts s'élèvent jusqu'à 2 200 m dans les Alpes et jusqu'à 1 500 m dans le Jura.

Leur rendement en bois s'est élevé, en 1903, à 176 091 m³ dans les forêts d'Etat et à 1 849 874 dans les forêts communales, soit au total, à 2 025 965 m³ pour les forêts publiques seulement. On ne connait pas le rendement exact des forêts particulières. Il peut être évalué à 3 m³ par hectare, ce qui ferait environ 700 000 m³.

Pour compenser les exploitations, on a planté dans les forêts proprement dites et, d'autre part, sur des terrains jusqu'ici dénudés, mais propres à être transformés en forêts, 23 935 000 plantons pendant la seule année 1903, et 8 505 kg de graines ont été semés en pépinière et en forêt.

La Confédération a accordé, comme par le passé, son concours financier aux cantons, en subventionnant les reboisements et les travaux de défense contre les érosions et les avalanches en rapport avec les boisements, par une somme de 243 413 f. La dépense totale pour ces travaux, en 1903, s'est élevée à 466.419 f. Depuis l'entrée en vigueur de la première loi fédérale sur la police des forêts, jusqu'à fin 1902, la Suisse a dépensé en tout, pour les reboisements, 5 536 974 f; la Confédération a supporté à elle seule 52 0/0 de cette somme, soit 2 901 943 f.

Malgré ces dépenses importantes, il reste encore beaucoup à faire dans le domaine des reboisements. Il existe de grandes surfaces incultes, tout spécialement dans le rayon des Alpes, et aussi dans le Jura, qui ne peuvent être mises en valeur que par la forêt, seule culture possible et capable d'améliorer ces sols dégradés.

Le régime d'un grand nombre de torrents et de rivières souffre encore de l'insuffisance du boisement dans leur périmètre. Nombreuses sont les vallées pour lesquelles les inondations, les glissements, les érosions, sont une menace perpétuelle. Et, à mesure que les rives des cours d'eau se garnissent d'usines, et que l'usage de l'énergie électrique se généralise dans les campagnes comme dans les villes, il devient absolument nécessaire de fixer l'étiage de ces cours d'eau et de leur assurer en tout temps un débit régulier et suffisant. Or, dans la plupart des cas, c'est le boisement qui forme le seul régulateur possible, stable, de régime des eaux.

L'administration des forêts est confiée à 130 agents forestiers supérieurs des cantons, et à 33 agents supérieurs des communes. Ceux-ci ont sous leurs ordres le personnel de gardes-forestiers et de bûcherons qui forment une petite armée.

En 1903, 13 candidats ont obtenu le brevet d'éligibilité à une fonction supérieure, cantonale ou communale.

La Confédération s'est intéressée pour une somme de 2 350 f à la triangulation et au lever cadastral des forêts, opérations qui ne sont pas encore achevées dans plusieurs cantons. Elle a subventionné la construction des chemins forestiers pour 6 925 f. Enfin, elle a contrôlé 58 plans d'aménagement et 87 revisions de plans, élaborés par les soins des administrations forestières cantonales.

Emploi de l'électricité pour les machines d'extraction de mines. — Une intéressante comparaison de l'emploi de l'électricité et de celui de la vapeur pour l'extraction dans les mines est donnée par M. Gerald Hooghwinkel, dans l'*Iron and Coal Trades Review*. Nous croyons devoir en résumer ci-après les points les plus saillants.

L'extraction est certainement l'application la plus intéressante de l'électricité à l'exploitation des mines, d'abord parce que cette application entraîne des dépenses considérables si on veut remplacer dans de bonnes conditions les machines à vapeur d'extraction, et ensuite parce qu'il en résulte des économies très considérables en combustible et autres frais. L'auteur se propose d'indiquer les avantages divers que présentent pour cet emploi les moteurs électriques sur les moteurs à vapeur.

Il faut d'abord considérer que la puissance d'une installation d'extraction est un point très important pour une exploitation et que cette puissance est souvent la seule limite de la production d'une mine. Or, le remplacement des moteurs à vapeur par des moteurs électriques permet d'accroître la puissance en même temps qu'il abaisse le prix d'extraction par tonne. Voici comment on peut présenter les avantages de cette substitution :

1° Économie de combustible (moitié environ) ;

2° Possibilité d'employer comme force motrice l'eau ou les gaz de hauts fourneaux, sources peu coûteuses ;

3° Possibilité de faire l'extraction dans plusieurs puits avec une station centrale unique ;

4° Constance de la vitesse avec des moteurs électriques convenablement choisis, alors que les machines à vapeur sont sujettes à s'emporter si le mécanicien n'est pas très attentif. On sait que la vitesse et, par conséquent, la sécurité dépendent absolument du mécanicien, avec les machines à vapeur; celui-ci est donc porté à réduire la vitesse moyenne par précaution et, par suite, le taux de l'extraction journalière. Avec l'électricité, cette considération n'existe plus et l'expérience montre l'avantage qui en résulte sur la production ;

5° Le mouvement de rotation autour de l'arbre des bobines est régulier à tout moment et à toute position avec les moteurs électriques, tandis qu'il varie considérablement avec la position des manivelles des machines à vapeur, même avec des machines accouplées fonctionnant à grande vitesse. Il résulte de ces variations des vibrations très dangereuses dans les câbles ;

6° La possibilité de ne demander aux machines de la station centrale

que la puissance moyenne nécessaire, si on installe une batterie d'accumulateurs pour parer aux insuffisances momentanées ;

7° La possibilité d'accroître à volonté la charge et cela dans de larges limites, par exemple, deux ou trois fois la charge ordinaire, ce qui est impossible avec les machines à vapeur où la puissance est limitée par un certain taux d'introduction de la vapeur dans les cylindres.

Les dépenses d'établissement sont à peu près les mêmes pour l'électricité et pour la vapeur pour les forces modérées, mais pour les grandes forces, l'électricité coûte un peu plus cher.

On peut faire voir, par quelques chiffres pris au hasard, quelle est la proportion de combustible consommée par une installation électrique d'extraction. Si on admet que chaque cheval utile sur l'arbre des bobines correspond à deux chevaux effectifs sur l'arbre de la machine à vapeur de la station centrale, et que chaque cheval effectif dans cette station nécessite une dépense de vapeur de 6,8 kg (15 livres anglaises) par heure, la dépense sera de 13,6 kg par cheval utile employé à l'extraction et par heure. L'auteur cite, en regard de ces chiffres, des consommations qu'il a pu se procurer et qui ont été relevées dans des mines du continent ; il suppose que celles qu'on obtiendrait en Angleterre n'en différeraient pas sensiblement. Un essai fait aux mines de Dulbush a donné une dépense de vapeur de 27 à 31 kg par cheval sur l'arbre des bobines.

Ces chiffres correspondent à un essai de neuf heures avec des machines accouplées. Un autre essai fait sur des machines analogues a donné 40 kg pour un travail normal, et 56 pour un travail coupé par des arrêts prolongés. On voit par là combien un travail intermittent est défavorable aux conditions économiques de fonctionnement ; la condensation de la vapeur dans les tuyaux joue un grand rôle dans ces pertes, ainsi que la condensation dans les cylindres. Une machine compound à condensation, employée dans la mine de sel d'Heilbron, a donné une dépense de 29,5 kg. Un essai récent, fait sur les machines-tandem jumelles du puits Rheinebe III, à Gelsenkirchen, a donné une consommation de 51,5 kg que des soins apportés à la conduite de la machine ont fait descendre à 32 kg et que l'addition ultérieure d'une condensation centrale a ramenée finalement à 26 kg.

On peut prendre comme chiffre moyen, sans crainte d'erreur, une consommation de 32 kg de vapeur par cheval utile sur l'arbre des bobines et par heure ; mais on peut admettre aussi, pour la moyenne des houillères anglaises, où figurent quantité de machines sans condensation et où le travail est souvent intermittent, les chiffres de 40 à 45 kg. Si on compare les consommations ainsi établies aux chiffres de 13,5 à 18 kg, obtenus à l'installation électrique de la mine de Tiederhall, on jugera quelle énorme économie on peut réaliser avec l'extraction électrique, économie qui suffit à payer les dépenses d'établissement dans un délai rapproché, sans compter les autres avantages qui ont été énumérés plus haut.

On peut estimer cette économie à 80 0/0, et l'auteur a connaissance de cas où elle s'est élevée à 100 0/0, c'est-à-dire que les dépenses ont été réduites de moitié.

Il est vrai que certains directeurs de mines prétendent que l'économie dans le combustible pris à la mine n'a aucune importance vu la nature du combustible qu'on emploie pour chauffer les chaudières des machines d'extraction. L'auteur ne croit pas pouvoir accepter ces objections pour les raisons suivantes :

1° Les houillères exploitées avec des procédés perfectionnés, tels que les haveuses mécaniques, produisent relativement peu de menus;

2° L'entretien du matériel, la main-d'œuvre, l'intérêt du capital, etc., sont en grande partie proportionnels à la dépense de vapeur et non à celle du combustible;

3° On emploie les menus à chauffer les chaudières dans un rayon de plus en plus étendu autour des mines et le prix tend à augmenter; on en fait également des briquettes.

Les causes de la consommation considérable constatée dans les machines d'extraction sont bien connues et il est à peine besoin de les rappeler; ce sont :

1° Les variations des charges;

2° Les arrêts fréquents, normaux ou accidentels;

3° La variation de l'effort, surtout avec les câbles non équilibrés;

4° Les pertes de vapeur dans les chaudières pendant les arrêts;

5° Les conditions peu favorables de la distribution amenées par les conditions du fonctionnement des machines d'extraction;

6° L'influence, dans un sens défavorable, de l'intervention du mécanicien.

Cette dernière cause est impossible à éliminer, avec l'extraction par machine à vapeur; elle a bien moins d'importance avec les moteurs électriques qui sont beaucoup plus dociles et faciles à manier.

L'auteur est d'avis, et cette opinion est appuyée sur l'expérience, que le coût d'établissement d'une installation électrique d'extraction, non comprise la station centrale de force, n'est pas supérieur à celui d'une installation par machine à vapeur, pour la même capacité, la première étant d'ailleurs susceptible d'une beaucoup plus grande élasticité. La capitalisation des économies de combustible et l'économie résultant du moindre emplacement nécessaire pour les moteurs électriques d'extraction suffiront à payer les frais de construction de la station centrale qui pourra, de plus, servir pour d'autres objets. A l'appui de cette indication, on donnera les chiffres suivants, empruntés à une installation récente :

Soit une mine où on extrait, en seize heures, avec double équipe, 2 000 t d'une profondeur de 600 yards (549 m) par jour, soit, en trois cents jours par an, 600 000 t, le charbon employé valant 6,25 f la tonne, la machine d'extraction étant du type accouplé sans condensation; on dépensera, annuellement, comme force motrice :

$$\frac{2\,000 \times 2\,240 \times 1\,800}{549 \times 3\,600} \times 300 = 1\,222\,000 \text{ chevaux-heure.}$$

A quoi il faut ajouter 10 0/0 pour la descente et la remonte des hommes, les inspections, etc., soit 122 200 chevaux-heure, ce qui donne un total de 1 344 000 chevaux-heure.

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	

[illegible]

[illegible] et démontre leurs avantages [illegible]. Nous ne [illegible] et nous [illegible] approfondir la question [illegible] *Iron and Coal Trades Review* [illegible] de M. H[illegible].

Nous nous bornerons à donner quelques indications sur le rendement des divers systèmes [illegible].

Si on calcule le nombre de chevaux à produire à la station centrale de force pour obtenir un cheval effectif sur l'arbre des bobines, on trouve qu'avec des moteurs à courant continu avec interposition d'une batterie d'accumulateurs, il faut de 1,6 à 1,8 ch aux bornes du moteur, ce qui fait, avec les pertes par conducteurs, par les accumulateurs et les génératrices de 2 à 2,5 ch sur les machines motrices de la station. Si on emploie la disposition Words Leonard, on supprime les pertes des accumulateurs et on réduit la puissance nécessaire à 1,85 à 2,1 ch, mais la dépense de vapeur devient plus élevée, à cause de la variation de l'admission pendant la durée d'une cordée.

Avec des moteurs à courant triphasé, il est plus difficile de calculer le rendement, parce qu'il dépend, dans une assez large mesure, des pertes causées par le démarrage et l'énergie kinétique emmagasinée dans les masses en mouvement, surtout si la vitesse dépasse 9 m par seconde. Toutefois, l'auteur pense qu'avec des moteurs triphasés, en tenant compte de toutes les pertes, on peut estimer qu'un cheval utile correspond à 2,9 à 3 ch sur les moteurs de la station centrale.

En somme, il semble que les machines d'extraction à vapeur sont appelées à disparaître dans un avenir prochain et cela d'autant plus que bien des mines peuvent, sans être obligées à établir des stations centrales elles-mêmes, obtenir, dans des conditions avantageuses, le courant de Sociétés d'électricité établies dans les districts miniers. On peut signaler également la solution économique consistant à faire produire la force pour engendrer le courant par des moteurs actionnés par le gaz des fours à coke qu'on rencontre souvent annexés aux houillères.

La plus grande carte du monde. — Une carte, qu'on peut supposer être la plus grande qui existe, vient d'être installée dans le bureau du Secrétaire du Département du Commerce, à Washington. C'est une carte commerciale du globe et elle contient probablement plus de renseignements dans cet ordre d'idées qu'aucun document du même genre publié jusqu'ici.

Elle a 4,88 m de longueur sur 2,30 m de hauteur et est faite de seize feuilles du plus grand papier fait à la main et assemblées avec tant de soin qu'il est difficile de s'apercevoir que la carte n'est pas faite avec une seule feuille.

La composition est due au Coast and Geodetic Survey des États-Unis, sous la direction du Secrétaire Cortelyon. On a consulté pour cela toutes les cartes et atlas publiés dans les dernières années, surtout au point de vue des noms, des divisions politiques, etc., et on y a introduit beaucoup de détails pour lesquels on a mis à contribution les cartes détaillées, les ouvrages de voyages et documents du même genre qui existent dans la Bibliothèque du Congrès.

On a pris pour point de départ dans l'orthographe des noms les rapports du bureau des noms géographiques, mais la carte porte des milliers de noms qui ne figurent pas dans ces rapports. On a supprimé beaucoup de noms de localités sans importance pour laisser plus de place pour inscrire distinctement les noms qui figurent.

Une particularité à signaler dans cette carte est que, contrairement à ce qui se fait ordinairement, le continent américain se trouve au milieu. Dans les cartes usuelles, l'hémisphère occidental est à gauche et l'hémisphère oriental à droite, le détroit de Behring étant la ligne de séparation. Dans la carte dont nous parlons, l'Amérique occupant le milieu, les lignes de navigation de l'Océan Pacifique et les câbles télégraphiques allant aux Philippines et à Hong-Kong sont tracés sans solution de continuité, de même que la route orientale par le canal de Suez allant aux Philippines.

Les villes qui ont une population de 10 000 à 40 000 habitants sont figurées d'une manière distincte. Toutes les localités où il y a un consulat des États-Unis sont indiquées ; dans les pays où on peut supposer que des complications internationales peuvent arriver à se produire, les ports pouvant recevoir des navires à vapeur sont représentés. Tous les phares des côtes des États-Unis sont figurés. Enfin, tous les endroits qui ont un intérêt ou une importance quelconque au point de vue international sont indiquées.

Les câbles sous-marins sont représentés, y compris les deux nouvel-

lement posés entre San-Francisco et Manille, par Honolulu, entre Victoria, dans la Colombie Britannique et Brisbane en Australie, par les Iles Fidji, entre New-York et Emden en Allemagne, par Lisbonne et les Açores, entre Port-Natal dans l'Afrique du Sud et Perth en Australie, entre Seattle, territoire de Washington et Sitka dans l'Alaska, de même que les lignes télégraphiques terrestres entre Vancouver et différentes localités de l'Alaska, telles que Juneau, Dawson City, Valdey, Saint-Michaels et Nome. Le Transsibérien entre Saint-Pétersbourg et Port-Arthur et Vladivostok est figuré ainsi que la ligne du Cap au Caire dans sa partie achevée, etc.

Les colonies sont figurées avec les mêmes couleurs que les pays auxquels elles appartiennent. Toutes les iles appartenant aux États-Unis sont représentées d'une manière très apparente et bien des gens, en voyant cette carte, seront surpris de voir la quantité d'îles dans l'Océan Pacifique, qui sont actuellement sous le contrôle du gouvernement américain.

Ce qu'il y a de plus délicat dans l'établissement d'une carte de ce genre, est de bien fixer les frontières politiques au moment où la carte est faite. Celle-ci donne les nouvelles frontières de l'Abyssinie, celles qui ont été établies par arbitrage entre le Chili et la République Argentine, entre le Brésil et la Bolivie; la délimitation Anglo-Turque à Aden, celle qui résulte des conventions entre la France et l'Espagne sur la côte occidentale d'Afrique. Il en est de même des indications sur la situation politique de certains pays, par exemple la province de Novibazar entre l'Autriche et la Turquie, le Soudan égyptien et certaines localités données à bail, comme le district de Lodi, entre l'Afrique Orientale anglaise et l'État libre du Congo. Ces renseignements sont donnés par le *New-York Sun.*

Effets de la compression sur les métaux très divisés. — Le professeur Hof, de Witten, en Westphalie, a fait d'intéressantes expériences en soumettant à la compression des métaux à l'état de division très fine. Les résultats de ces expériences peuvent avoir une valeur pratique très réelle.

Jusqu'ici le professeur Hof a borné ses études à la compression d'un petit nombre de métaux ou alliages à l'état très divisé; ainsi il a opéré sur des tournures d'acier, de cuivre, de bronze et surtout d'un alliage blanc composé de 83 parties d'étain, 11 d'antimoine et 6 de cuivre. Il prenait environ 250 gr de sa matière et la soumettait, dans un cylindre d'acier de 50 mm de diamètre intérieur, à une pression s'élevant graduellement jusqu'à 50 t. Jusqu'à une pression de 10 t agissant sur le cercle de 50 mm de diamètre, la structure des tournures métalliques reste parfaitement distincte, mais à la pression de 50 t la matière devient absolument homogène, ce qui démontre, selon l'auteur, que la cohésion est la forme finale de l'adhérence.

On a obtenu dans un moule semblable, mais un peu plus grand, un bloc dont les surfaces étaient tellement lisses, qu'il a pu être soumis au nickelage sans autre préparation. C'est un point important et le professeur Hof pense qu'on pourra obtenir certaines pièces telles que des cous-

sinets, par moulage sous pression au lieu de les faire par fusion, ce qui exige un finissage. La matière ainsi moulée est plus dense que si elle avait été coulée. La présence de petites soufflures ou pores dans le métal blanc indique que ce métal coulé pourrait subir une compression ultérieure. Ainsi, dans les échantillons obtenus, la densité s'élevait de 5,67 à 6,85 et 7,15, la hauteur de la matière dans le moule descendant de 23 à 19 et 17,5 mm sous des pressions respectives de 18, 30 et 50 t.

Dans d'autres expériences, la pression fut élevée lentement de 5 en 5 t en commençant par 5. Le moule avait un diamètre de 40 mm. La limite de compressibilité était presque atteinte quand la pression arriva à 25 t.

Il est bon de faire remarquer que, lorsqu'on prend des tournures de métal blanc telles qu'on peut se les procurer dans le commerce, et qu'on les fond, il y a toujours une perte assez considérable par l'oxydation. Cette perte est beaucoup moindre lorsqu'on procède par compression. L'auteur des expériences dont nous nous occupons a constaté, en effet, qu'un certain degré d'oxydation n'empêche nullement la matière de devenir d'une homogénéité parfaite sous une très forte compression.

COMPTES RENDUS

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

1er semestre de 1904 (suite et fin).

Notice sur un pont en béton armé, système Hennebique, construit sur l'Aisne, à Soissons, par M. Riboud, Ingénieur des Ponts et Chaussées *(suite et fin).*

Les essais de l'ouvrage ont été faits en deux séries, une pour la voie charretière, épreuves par poids roulant, et la seconde, pour la voie charretière, épreuves par poids mort, et la voie ferrée, épreuves par poids mort et par poids roulant. On a, en outre, complété les épreuves de chaque série par des essais sous chocs rythmés, de même nature que ceux qui avaient été exécutés précédemment au pont en béton armé de Châtellerault et au pont J.-F. Lépine, à Paris. Ces épreuves ont donné des résultats très satisfaisants et ont constitué une véritable étude expérimentale de la stabilité de l'ouvrage.

Les dépenses de toute nature nécessitées par l'établissement du pont de Soissons, se sont élevées à 250 400 f dont 192 000 pour l'ouvrage en béton proprement dit, le reste étant pour l'épuisement des fondations, l'appropriation des chemins de halage et le pavage en bois de la voie charretière. Si on défalque ce dernier, on trouve une dépense de 190 f par mètre carré de surface couverte. A Chatellerault, ce prix avait été de 171 f.

L'auteur de la note estime qu'un pont semblable à celui de Soissons eût coûté, en maçonnerie, 240 000 f et, en métal, 233 000.

Note sur **l'état instable et les changements de forme de certaines veines liquides,** par M. Bazin, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite.

L'objet de la note est d'appeler l'attention sur des phénomènes observés, dans l'écoulement d'un liquide dans un lit de forme, de dimensions et de pente données et invariables, par MM. P. et L.-L. Vauthier. Ces expérimentateurs avaient constaté que, malgré l'invariabilité des conditions d'écoulement, celui-ci peut avoir lieu généralement suivant deux modes très différents l'un de l'autre.

L'auteur rapproche ces faits de ceux qui se présentent pour l'écoulement dans des tubes de petit diamètre; ces derniers phénomènes ont été observés notamment par Hugon. On doit faire remarquer que cette différence de débit et l'instabilité de régime peuvent donner parfois lieu à de sérieux mécomptes dans les opérations de jaugeage.

Les idées actuelles de l'Allemagne sur la navigation intérieure, rapport de mission à l'étranger, par M. Aron, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

L'auteur fait un tableau de la situation du réseau des voies navigables allemandes en 1870 et constate que l'Allemagne a plus qu'aux trois quarts réalisé le programme établi pour leur transformation. Le réseau livre aujourd'hui passage à un trafic de 12 milliards de tonnes-kilomètres. Le Rhin porte des chalands dont le tonnage va jusqu'à 2500 t. Le mémoire donne ensuite un résumé de l'ensemble des questions générales que soulève le problème des voies navigables et indique pour chacune d'elles les tendances observées par l'auteur en Allemagne.

Nous signalerons tout particulièrement les questions relatives à la traction sur le canal de l'Elbe à la Trave, pour laquelle il a été institué un monopole en faveur de la ville de Lubeck.

Note sur **un nouveau système de collier de portes d'écluses,** par G. Sanson, Conducteur des Ponts et Chaussées.

Ce système, adopté depuis quelques années déjà sur le canal de Nantes à Brest, pour remplacer l'ancien système, présente sur celui-ci une supériorité réelle au point de vue de la rigidité et de la facilité de réglage. Il comprend un faux collier fixe faisant corps avec les branches ou tirants qu'on scelle dans les bajoyers de l'écluse, et le collier proprement dit, qui tourne dans le précédent avec interposition entre les surfaces d'un coussinet amovible en bronze. Le réglage du collier dans l'intérieur du faux-collier se fait facilement par des écrous.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Juin 1904.

District de Paris.

Réunion du 18 février 1904.

Communication de M. Beau sur **l'extraction du charbon par gazéification.**

L'auteur estime que l'extraction à de grandes profondeurs qui préoccupe dès maintenant les Ingénieurs est possible matériellement, mais qu'elle conduira à des prix trop élevés pour que l'exploitation soit rémunératrice. Une transformation radicale peut seule résoudre le problème et on peut en chercher la solution dans la gazéification du combustible dans la mine même pour le distribuer sous cette forme aux consommateurs de la région.

Le gîte serait recoupé convenablement par des puits et des galeries; on mettrait le feu au charbon qui distillerait et les gaz monteraient à la surface pour y être recueillis et distribués.

Cette communication est suivie d'une discussion où les idées émises par l'auteur ont été fortement combattues sous les rapports du coût élevé des travaux préparatoires, des dangers pour le personnel et des explosions à redouter. Il ne semble pas que la méthode proposée, tout ingénieuse qu'elle soit, soit susceptible d'application pratique.

Communication de M. Bousquet sur **les richesses minérales des Indes Orientales Néerlandaises.**

Nous renverrons à ce sujet du Mémoire de l'auteur, publié dans le Bulletin de mars 1904 de notre Société.

District du Nord.

Réunion du 14 mai 1904.

Visite des installations de la Compagnie des Mines de Béthune.

Le compte rendu de cette visite décrit plus particulièrement le siège n° 12 avec deux puits de 5 m de diamètre et guidage en rails de 45 kg, machine d'extraction compound à quatre cylindres et tiroirs cylindriques, chevalet en acier. Chaudière Meunier, deux batteries de 6 générateurs chacuns. Condensation centrale système Balck pour 25 000 kg de vapeur à l'heure. Cité ouvrière. Lavoirs pouvant traiter 130 t à l'heure. Fours à coke, système Bernard au nombre de 120, avec pilonneuse, enfourneuse et défourneuse électrique système Franz Magnin.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 25. — *18 juin 1904.*

Aperçu sur le développement actuel des moteurs thermiques et des stations de force motrice, par E. Josse.

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite).*

Nouvelle station de force motrice et nouveau laboratoire de mécanique de l'École technique supérieure de Darmstadt, par M. F. Gutermuth *(fin).*

Voyage d'études aux États-Unis, par P. Möller *(fin).*

Groupe de la Thuringe moyenne. — Installation et service des chaudières.

Bibliographie. — Recherche de la proportion d'acide carbonique dans les gaz de la combustion, par A. Dosch.

Revue. — Moteur électrique pour locomotive à courant alternatif monophasé et moteur auxiliaire à air comprimé, système Arnold. — Emballage des pièces de machines pour expédition par mer.

N° 26. — *25 juin 1904.*

Service rapide sur les grandes lignes, par A. von Borries.

Machine d'extraction de la Boston and Montana Consolidated Copper and Silver Mining C°, construite par la Nordberg Manufacturing C°, à Milwaukee, par Fr. Frölich.

Aperçu sur le développement actuel des moteurs thermiques et des stations de force motrice, par E. Josse *(fin)*.

Influence des propriétés résistantes des briquettes de houille sur leur pouvoir de vaporisation, par E.-J. Coustam.

Groupe de Chemnitz. — Comparaison entre les machines à vapeur à tiroirs et les machines à soupapes aux points de vue technique et commercial. — Progrès dans la question de la fabrication du papier aux États-Unis.

Revue. — Moteurs à gaz de Guldner.

N° 27. — *2 juillet 1904.*

Concours pour le projet d'un pont-route sur le Rhin entre Ruhrort et Homberg, par K. Bernhard.

Grue flottante de 100 t de puissance et 150 t à l'épreuve construite par la fabrique de machines de Duisburg, pour les chantiers impériaux de Dantzig.

Théorie des électrons et radioactivité, par Cl. Schäfer.

Nouvelles voitures automobiles françaises et anglaises pour services de voyageurs et de marchandises, par A. Heller *(suite)*.

Pompes rotatives à haute pression, par H. Dubbel.

La lumière Bremer, par E. Wagmüller.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Fonçage d'un puits de mine. — Accumulateurs Tribelhorn.

Bibliographie. — Machines à courant continu, par E. Arnold. — Moteurs à courants alternatifs, par I. Heubach.

Revue. — Appareils de chauffage pour l'emploi des résidus de pétrole. — Moteurs à gaz aux Aciéries de Lackawanna. — Locomotives routières en Angleterre. — Centième anniversaire de la naissance de A. Borsig.

N° 28. — *9 juillet 1904.*

Établissement royal d'essai de matériaux à Gross-Lichterfelde-West.

La question des injecteurs dans les turbines Laval, par K. Buchner.

Machines à faire les boîtes à noyaux, par O. Leyde.

Les notions de la limite d'élasticité, par C. Bach.

Groupe de Francfort. — Revenus donnés par les machines agricoles.

Bibliographie. — Dynamos à courant continu et à courants alternatifs, par G. Kapp. — Manuel d'électrotechnique, par C. Heinke et H. Ebert.

Revue. — Attelages à ressorts. — Le vapeur *Augustus R. Wolvin.* — Disposition pour modifier le nombre de tours des turbines. — Vérification des filets de vis.

Pour la Chronique et les Comptes rendus :
A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IVe SECTION

Traité de Métallurgie générale (1), par C. Schnabel,
traduit d'après la 2e édition allemande, par le docteur L. Gautier.

Le traité de Métallurgie générale du Professeur Schnabel (2e édition), est le complément de ses œuvres précédentes, relatives à la métallurgie spéciale des divers métaux, à l'exception du fer.

Il y expose, à un point de vue d'ensemble, les méthodes, procédés et appareils permettant l'extraction des divers métaux par la voie sèche, par la voie humide et par la voie électro-métallurgique.

Après avoir passé en revue les corps dont les métaux sont extraits, l'auteur aborde l'étude des procédés divers de séparation, celle des corps favorisant ces séparations, puis il fait l'exposé des moyens d'obtenir la chaleur nécessaire à l'extraction des métaux. A cette occasion, il étudie les divers combustibles solides, liquides et gazeux, les appareils de mesure de la chaleur dégagée pendant la combustion, et l'emploi rationnel des combustibles.

Un chapitre est consacré à la production de l'électricité destinée aux opérations électro-métallurgiques, examen bientôt suivi d'une importante étude des dispositifs généraux adoptés pour l'extraction des métaux. Cette partie, la plus étendue du cours du Professeur Schnabel, dans laquelle il passe en revue les nombreux types de fours adoptés dans la métallurgie, a été absolument mise à jour dans cette seconde édition de son œuvre. Le lecteur y trouvera, notamment, la description de nombreux fours électriques, ceux dans lesquels le chauffage est obtenu par la résistance électrique des corps à chauffer, ou par celle d'un corps étranger en contact avec la matière à traiter, ceux enfin basés sur l'emploi de l'arc voltaïque.

Les dispositifs de chargement, les prises de gaz, les séparateurs de poussières, vapeurs ou gaz, y sont l'objet de pages utiles à consulter; les machines soufflantes et les ventilateurs, les appareils employés au chauffage du vent et les canalisations, trouvent dans ce chapitre la place qu'ils méritent. L'exposé des moyens d'extraction des métaux est complété par la description des dispositifs de séparation par la voie humide et par la voie électro-métallurgique; il est enfin accompagné de l'examen des appareils employés dans la préparation mécanique des minerais.

En dernier lieu, l'auteur consacre un chapitre aux produits ultimes de l'industrie métallurgique, produits finaux, intermédiaires et déchets.

On voit qu'il est difficile de produire une œuvre plus complète que celle dont le Professeur Schnabel vient de doter l'industrie métallur-

(1) In-8° 250 × 160 de II-755 pages, avec 768 figures. Paris, Ch. Béranger, 1904. Prix, relié : 30 f.

gique, et il faut savoir grand gré à M. Gautier d'en avoir fait une traduction en langue française. Le traité de métallurgie générale de l'ancien Professeur de l'Académie des Mines de Clausthal est un exposé complet de tous les procédés modernes d'extraction des métaux de leurs minerais, et son caractère général lui donne une portée considérable, car, en ouvrant des vues sur l'ensemble des méthodes d'extraction des métaux, il permet de concevoir la possibilité de l'emploi de ces procédés à la séparation d'autres corps que ceux pour lesquels ils ont été créés.

Tous ceux qui s'intéressent aux progrès des industries métallurgiques consulteront donc avec fruit cet important traité qui fait grand honneur à son auteur.

H. C.

Cours d'exploitation des mines de houille (1) (2e édition), par Marc Warolus.

Ce cours professé aux Écoles industrielles de Fontaine-l'Évêque et de Morlanwelz est un traité élémentaire d'une réelle valeur pratique.

La première partie renferme les notions sommaires de géologie indispensables à un exploitant de mines; on y trouve la description des roches que renferme le terrain houiller, l'étude de lours gisements et des accidents qui les affectent.

Dans la deuxième partie, l'auteur passe en revue les procédés de fonçage et de revêtement des puits dans les divers terrains que le mineur a à traverser, le creusement et le soutènement des galeries, le transport et l'extraction, l'aérage et l'épuisement.

La troisième et dernière partie a trait à la manutention des produits, aux prix de revient et à la topographie souterraine.

Il faut rendre hommage au caractère documentaire de ce cours, dans lequel, sous la forme de nombreux croquis insérés dans le texte, l'auteur a su étudier et présenter d'une façon très complète et pratique les nombreux problèmes relatifs à l'art des Mines.

En sachant, dans un exposé sobre et clair, traiter tout ce qui avait un caractère utile, et en éliminant par un choix judicieux ce qui pouvait être sujet à critique, l'auteur a fait une œuvre d'une lecture facile et de nature à rendre service à ceux qui veulent aborder rapidement l'étude de la technique des Mines.

H. C.

(1) In-8° 250 × 165 de 256 pages, avec 350 figures, Tournai. Vasseur-Delmée, 1904. Prix, broché : 7,50 f.

---

*Le Secrétaire Administratif, **Gérant**,*

A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 14242-8-04.—(Encre Lorilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

SEPTEMBRE 1904

Compte rendu de l'Excursion de la Société dans le Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais et à l'Exposition d'Arras.

DEUXIÈME PARTIE.

N° 9

VISITE

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

AUX

MINES DE BRUAY (P.-de-C.)

(10 Juin 1904).

PAR

J.-M. BEL

INTRODUCTION

Le vendredi 10 juin 1904, les membres de la Société, qui ont suivi l'excursion organisée dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, arrivèrent à Béthune, au rivage de la Compagnie des Mines de Bruay, où ils furent reçus par MM. Dincq, Administrateur délégué, de Soubeyran, Ingénieur Conseil, Elby, Directeur général, et Conte, Ingénieur en chef, accompagnés des chefs des divers services.

La visite commença par les quais d'embarquement du rivage. De là, un train spécial de la Compagnie des Mines de Bruay, mis gracieusement à notre disposition, nous conduisit au siège d'extraction n° 5, le plus récemment créé, puis au siège n° 1, où se terminait notre visite des très intéressantes installations de cette Compagnie *(fig. 1)*.

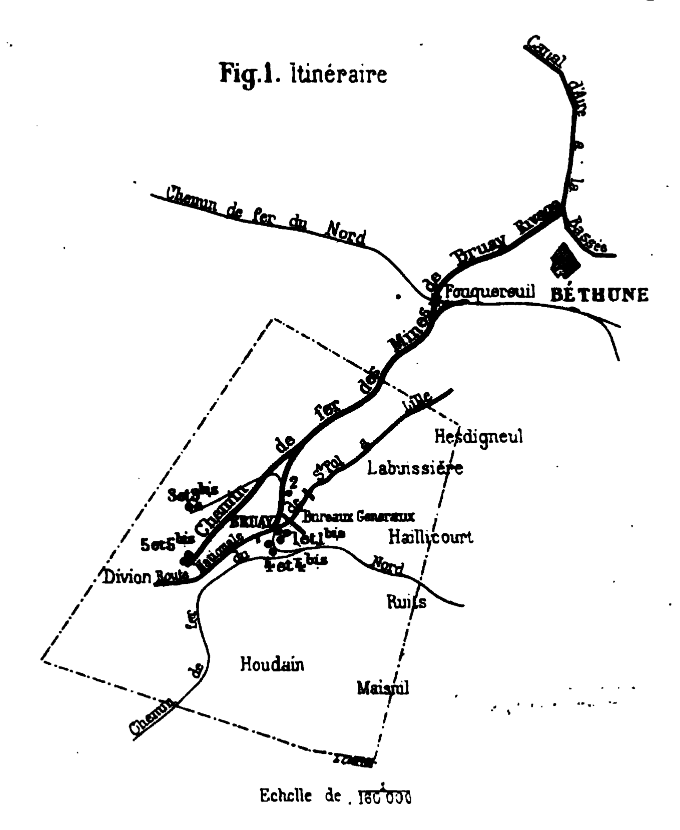
Notre Président, M. Couriot, en a déjà fait un compte rendu sommaire au procès-verbal de notre séance du 17 juin dernier.

Le présent travail, plus détaillé, a été rédigé avec l'aimable collaboration du distingué Ingénieur en chef, M. Conte, qui m'en a obligeamment fourni des données précises, et que je prie de recevoir ici l'expression de mes plus sincères remerciements.

Je saisis cette occasion d'exprimer, en outre, la gratitude de la Société à l'adresse du Conseil et de la Direction générale de

la Compagnie des Mines de Bruay, qui ont bien voulu autoriser leurs services techniques à communiquer tous les renseignements désirables ayant trait à leur intéressante entreprise.

Fig.1. Itinéraire



Echelle de

Cette monographie comprend trois parties :

I. — Généralités, gisement, rivage, etc.;

II. — Siège n° 5;

III. — Siège n° 1;

Un appendice donne le détail sommaire du stand des Mines de Bruay à l'Exposition du nord de la France, à Arras, en 1904;

Deux planches sont jointes.

PREMIÈRE PARTIE

Chapitre premier.

Généralités.

Historique. — La Compagnie des Mines de houille de Bruay fut constituée en mai 1852, à Arras, à la suite des heureux résultats obtenus dans les sondages d'une Société de recherche, fondée, en 1851, par M. Leconte, député des Côtes-du-Nord.

La concession de Bruay, qui fait l'objet de son exploitation, a la forme d'un quadrilatère présentant une superficie de 4 901 ha (décrets des 29 décembre 1855 et 25 novembre 1884).

Administration. — Le Conseil d'administration de la Compagnie est composé de MM. le docteur H. Marmottan, ancien député, Président; A. Dincq, aucien banquier, Administrateur délégué; E. Le Gentil, propriétaire, Administrateur; A. de Soubeyran, Ingénieur-Conseil; M. Flayelle, propriétaire, Administrateur.

Son personnel technique comprend : MM. J. Elby, Directeur général; J. Conte, Ingénieur en chef; J. Bouilliez, C. Doise, J. Petit, L. Didier, A. Bertrand et M. Sohm, Ingénieurs divisionnaires, ainsi que quatorze Ingénieurs de fosse et Sous-Ingénieurs du jour.

Le personnel commercial et administratif est de six employés, parmi lesquels M. L. Cousin, chef de la comptabilité.

Capital social. — Le capital social, dont le tiers seulement a été appelé, comprend 3 000 actions de 1 000 f, divisées en centièmes. Chaque centième a rapporté, dans le dernier exercice, 27,50 f de dividende. Le cours moyen du centième a oscillé, durant les sept premiers mois de cette année, autour de 670 f; la valeur de l'entreprise serait donc représentée actuellement par un chiffre d'environ 67 millions de francs.

Production. — La production du charbon a atteint, depuis l'origine jusqu'au dernier exercice, de dix en dix ans, les chiffres suivants :

1864-65	77 487 t
1874-75	244 981
1884-85	592 958
1894-95	990 392
1902-03	1 847 732

On voit que la production a sensiblement doublé de dix en dix années.

Durant le premier semestre de l'exercice 1903-04, la production a été de 1 039 637 t.

Depuis le commencement de l'exploitation, l'extraction totale a été de 27 153 837 t.

Ces chiffres s'entendent déduction faite des déchets de triage. Sauf pour l'exercice 1902-03, ils ne comprennent pas le charbon distribué aux ouvriers, qui est de 4 à 6 q par mois, et qui s'est élevé en totalité à 36 880 t, en moyenne annuelle, au cours des deux derniers exercices de 1901 à 1903, soit à 4 400 kg par ouvrier et par an.

L'écoulement des charbons s'effectue dans la région du nord qui en consomme 59 0/0, la région parisienne qui en prend 29 0/0, l'Est, le Centre et la Belgique qui en reçoivent 12 0/0.

Voies d'écoulement. — La concession est desservie :

1° Par un chemin de fer minier de 61 km de développement total, y compris les voies de garage et de triage, formant embranchement, à la gare de Bruay, avec la ligne de Lens à Bully-Grenay et Saint-Pol du réseau de la Compagnie du chemin de fer du Nord, et à la gare de Fouquereuil, avec celles de Béthune à Hazebrouck et de Béthune à Saint-Pol du même réseau ;

2° Par le canal d'Aire à La Bassée, avec rivage et quai d'embarquement à Béthune.

Les transports s'effectuent dans la proportion de 58 0/0 par rail, de 36 0/0 par eau et de 6 0/0 par charrettes.

Classement des produits. — Les charbons sont classés en quatorze sortes :

1° Escaillage ;
2° Fines à 10 mm ;
3° Fines à 20 mm ;
4° Fines à 40 mm ;
5° Tout-venant industriel, 20, 25 0/0 ;
6° Tout-venant industriel, 30, 35 0/0 ;
7° Tout-venant, 50, 70 0/0 ;
8° Criblés à 2 cm ;
9° Criblés à 4 cm ;
10° Gailleterie de 80 à 200 mm ;

11° Grosse houille au-dessus de 200 mm.;
12° Braisettes de 10 à 30 mm.;
13° Grains de 10 à 15 mm;
14° Têtes de moineau, de 30 à 80 mm.

Ateliers de réparation, etc. — Près de la gare centrale, sur le carreau du siège n° 2, se trouvent les ateliers pour la réparation et l'entretien des machines et du matériel des fosses et du chemin de fer, comprenant : l'ajustage, la forge, la chaudronnerie, la menuiserie et la charpenterie, avec une surface couverte totale de 4890 m²; une remise pour 20 locomotives, d'une surface couverte de 2100 m²; une station de deux groupes électrogènes de 66 000 watts chacun pour l'éclairage de la gare centrale, des ateliers, etc. Il y a, enfin, une surface couverte de 1440 m² pour les bureaux et les hangars, où l'on abrite les pièces de rechange, les bois débités, etc.

A proximité de ces ateliers est un lavoir du système Elliot, dont la capacité de traitement est de 350 à 400 t de fines par douze heures.

Situation. — Le village de Bruay, situé dans le canton d'Houdain et l'arrondissement de Béthune, ville dont il est distant de 10 km au sud-ouest, ne comptait que 700 habitants au début de l'exploitation minière. Sa population est, aujourd'hui, d'environ 16 000 âmes.

Ouvriers et salaires. — Le personnel de la Compagnie comprend :

	2 613	ouvriers mineurs proprement dits ;
	3 866	autres ouvriers du fond ;
	1 761	ouvriers du jour ;
	173	porions et surveillants.
Total	8 413	personnes.

Le total des salaires, payés pendant le dernier exercice, s'est élevé à 10 575 481,65 f.

Le salaire moyen journalier des ouvriers, porions et surveillants, en comptant à chacun trois cents journées de travail effectif par an, ressortirait donc à 4,19 f.

Ce personnel, dans la proportion de 47 0/0, est logé dans 2 644 maisons de la Compagnie, avec un loyer mensuel de 4 à 7 f; cent nouvelles maisons sont en construction.

Conformément à la loi du 29 juin 1894, les ouvriers sont tous affiliés à une caisse de secours alimentée par une retenue de 2 0/0 sur les salaires, par un versement de la Compagnie égal à 1 0/0 des salaires, et par le produit des amendes.

Enfin ils sont, pour la plupart, sous le régime de la Caisse nationale de retraites. Toutefois 840 d'entre eux sont restés sous celui de l'ancienne caisse de retraites et pensions, dont le service, avant la loi de 1894, était assuré entièrement par les seules ressources de la Compagnie.

Terrains. — Le domaine territorial de la Compagnie, au 30 juin 1903, s'étend sur 489 ha de superficie. C'est sur une partie de ces terrains que sont bâtis les immeubles de toutes sortes (y compris les maisons ouvrières).

Chapitre II.

Rivage.

Bassin d'embarquement des charbons (1). — Cette installation, située à Béthune, comprend deux bassins, un pour le service des charbons, un autre pour le déchargement des bois reçus par bateaux, avec un dépôt des bois en approvisionnement.

Les quais du bassin des charbons sont pourvus de l'éclairage électrique par lampes à arc, et d'un château d'eau pour l'alimentation des locomotives de manœuvre.

Les bassins communiquent directement au canal d'Aire à La Bassée.

La superficie totale des terrains du rivage est de 18 ha 44,61 a.

Le chargement de la houille en bateaux est assuré par quatre basculeurs hydrauliques, système Fougerat, avec piston de 260 mm de diamètre, actionnés par de l'eau pouvant être comprimée jusqu'à 70 kg de pression par centimètre carré.

Les wagons employés, dits wagons taquets, chargés à 12,5 t, sont des wagons spéciaux, construits avec portes ouvrantes, dont les charnières sont fixées à la partie supérieure de la caisse. Ils sont amenés sur le tablier articulé du basculeur et déversés latéralement, dans une trémie à bec, sous l'action du

(1) Note de M. Conte.

piston dont le soulèvement produit l'articulation du tablier. Le mouvement d'élévation et de descente du piston est commandé à la main par le jeu d'un robinet à trois voies de 30 mm de diamètre.

Ce robinet reçoit l'eau sous pression venant de l'accumulateur; il est disposé, soit pour envoyer l'eau comprimée sous le piston et produire le soulèvement, soit pour mettre le dessous du piston en communication avec un tuyau d'évacuation au canal et produire la descente.

Les basculeurs, l'éclairage électrique du rivage et l'alimentation des locomotives sont desservis par les appareils suivants, groupés dans une salle de machines :

1° Deux générateurs, dont un semi-tubulaire, à bouilleurs, de 100 m² de surface de chauffe, et un multitubulaire, de 42 m² de surface de chauffe, l'un ou l'autre servant de rechange;

2° Deux pompes de compression (dont une de rechange), à quatre corps, munies de clapets Girard, et ayant les dimensions suivantes :

Diamètre des pistons à vapeur . .	225 mm
Diamètre des pistons à eau . . .	57
Course commune des pistons . .	200

3° Deux accumulateurs (dont un de rechange), avec piston de 220 mm de diamètre et 2,700 m de course, emmagasinant l'eau comprimée par les pompes et lui donnant la pression voulue. Ils actionnent un mouvement automatique, ouvrant ou fermant l'admission de vapeur des pompes, pour mettre ces dernières en marche, quand l'accumulateur est descendu au bas de sa course, et pour les arrêter quand il est en haut;

4° Une dynamo de 8 250 watts pour l'éclairage électrique;

5° Une machine à vapeur horizontale de 15 ch, avec piston de 240 mm de diamètre et 400 mm de course, actionnant la dynamo;

6° Deux pompes Burton (dont une de rechange) pour alimenter les chaudières et le château d'eau desservant les locomotives.

La capacité de chargement de l'installatien du rivage, pour une marche pratique et courante, est de 4 000 t en vingt heures; mais elle peut atteindre 6 000 t avec une marche continue des quatre basculeurs en service.

Chapitre III.

Gisement.

Formation houillère. — Le gisement est situé dans la partie haute du terrain houiller inférieur ou étage westphalien, qui caractérise, comme on sait, le bassin du Pas-de-Calais proprement dit. Il se dédouble en deux gîtes, de caractères distincts : celui de la région sud de la concession, le seul qui soit actuellement en exploitation, et celui de la région nord, qui est en aménagement. Ainsi que dans tout le reste du bassin du Pas-de-Calais, les formations du système carboniférien sont masquées par des terrains supra-crétacés, des étages turonien et sénonien ou aturien, et aussi par quelques assises tertiaires de l'étage thanétien.

Le gisement de Bruay plonge à l'est dans la concession de Nœux et se poursuit dans celles de Marles et de Camblain-Châtelain. Au nord et au sud, le terrain n'est pas concédé.

Au nord de la concession de Bruay, aucun des six sondages qu'on y a effectués n'a mis en évidence la formation houillère.

Au sud, elle ne se retrouve qu'à de grandes profondeurs (1 056 m, sondage de Beugin). Elle y est recouverte, comme dans tout le bassin franco-belge, par les terrains anciens, refoulés vers le nord, le long de la faille eifélienne, et appartenant aux périodes silurienne et dévonienne (grès gris ou rougeâtres avec rares alternances schisteuses).

Entre cette faille et le terrain houiller se trouve parfois un lambeau de poussée, formé de couches disloquées du houiller inférieur et du calcaire carbonifère, charriées aussi vers le nord. Ce lambeau est compris entre la faille eifélienne et la faille limite.

Gîte de charbons gras. — C'est dans sa partie méridionale *(Pl. 84, fig. 1)* que la concession de Bruay présente la zone supérieure de la formation, caractérisée, au point de vue industriel, par un faisceau de charbons à gaz, très gras ou *flénus*, demi-secs, à longue flamme, tenant de 33 à 40 0/0 de matières volatiles, recherchés pour la consommation domestique et équivalents aux flénus secs de Mons.

Les morts-terrains, qui surmontent le houiller, ont ici une hauteur de 100 à 150 m ; mais, dans la région sud, ils ne présentent pas, à leur base, les lits épais d'argiles bleues et vertes, ou diè-

ves, mesurant ailleurs une trentaine de mètres de puissance, et qui protègent les travaux contre les niveaux parfois si abondants de la craie. Aussi les mines de Bruay, du moins dans la partie actuellement exploitée, sont-elles sujettes à d'importantes venues d'eau.

Ces morts-terrains, au puits n° 3 *bis*, ont présenté, jusqu'au houiller, 16 assises. La première est de terre végétale et d'argile sur 2,50 m ; la deuxième et la troisième sont des argiles à silex, jusqu'à la profondeur de 11 m ; les quatrième et suivantes, jusqu'à la quatorzième inclusivement, sont des marnes rousse, grisâtre, bleuâtre, blanche, bleue, etc., jusqu'à 112 m ; la quinzième est le tourtia blanc, vert et noirâtre jusqu'à 122,55 m.

Dans la région nord, des charbons trois quarts gras, les dièves existent sur une cinquantaine de mètres de hauteur.

Le faisceau demi-sec exploité se présente en grandes nappes ondulées, à pente faible, se redressant et se renversant au sud vers la faille eifélienne.

Son ensemble, sur toute la hauteur actuellement reconnue par les puits, comprend vingt-cinq veines, d'une puissance totale en charbon de 22,72 m, et variant de 0,30 m (veine D) à 1,80 m (veine n° 8).

Il se divise, stratigraphiquement, en quatre groupes :

1° Le groupe supérieur, avec quatre veines, parmi lesquelles la veine D (0,30 m) et C (0,87 m) s'annoncent comme exploitables;

2° Le groupe de Sainte-Aline, séparé du précédent par un intervalle pratiquement stérile de 90 m, et qui comprend trois veines, parmi lesquelles la Sainte-Aline (0,80 m à 1,30 m) est exploitée, et la Saint-Louis (0,50 m à 0,80 m) est en développement ;

3° Le groupe des grandes veines, séparé du précédent par un intervalle stérile de 65 m environ, et qui, sur une hauteur de 200 m, présente les neuf veines suivantes en exploitation :

N° 5	avec une épaisseur	de charbon de	1,25 à 2 m;
6	—	—	0,80 à 1 m;
7	—	—	1 » à 1,20 m;
8	—	—	1,30 à 1,80 m;
9	—	—	1,50 à 1,70 m;
10	—	—	0,65 à 1 m;
11	—	—	1,40 à 1,80 m;
15	—	—	1 » à 1,30 m;
16	—	—	0,75 à 1,25 m;

4° Le groupe des puits n°s 5 et 5 *bis*, au mur de la veine 16, avec quatre veines (n°s 17 à 20) d'une puissance en charbon variant de 0,70 m à 1,40 m.

L'ensemble de ces couches correspond tant au faisceau de Marles qu'à celui de Ferfay et d'Auchy-au-Bois, et l'on n'est pas encore arrivé en profondeur à la limite de la formation houillère, ni à des couches plus inférieures déjà reconnues à Marles.

En résumé, et indépendemment des réserves qui peuvent résulter des veines au mur de la couche n° 16, l'exploitation actuelle de Bruay porte sur treize veines, d'une puissance totale, en charbon, comprise entre 12,63 m et 17,83 m, soit de 15 m, ou d'une puissance moyenne individuelle de 1,15 m variant de 0,50 m à 1,80 m.

L'exploitation de Bruay s'est ainsi développée jusqu'ici sur la région méridionale de la concession, dont le gisement est limité au nord par la faille de Ruits, qui a été reconnue dans la concession voisine de Nœux, et à laquelle on attribue un rejet d'environ 1 100 m. A Bruay, on a reconnu les failles parallèles voisines de Chaumetz et Cail. On pense que celle de Ruits est une faille de charriage, ayant refoulé au sud le gisement des flénus de Bruay, comme un gros paquet de terrain houiller supérieur venu se mettre en contact avec le houiller trois quarts gras resté en place.

D'autres failles et accidents nombreux, mais secondaires, existent dans le gisement des flénus de Bruay (1). Leur étude a montré que le gisement présente une crête séparatrice, située au voisinage de la fosse n° 3; et que, vers le levant, dans le fond de bateau de la fosse n° 4, comme la ligne d'ennoyage se poursuit sur une grande longueur, avec un plongement constant vers l'est, il existe, au-dessus de la veine D, de puissants massifs qui sont encore dans la formation houillère, dont l'exploration est commencée, et l'on ignore s'il n'y a plus de couches de charbons analogues *(Pl. 84, fig 2, 3, 4 et 5)*.

Gîte de charbons trois quarts gras. — Au nord de la faille de Ruits, jusqu'à la limite septentrionale de la concession, on ne rencontre plus qu'un faisceau peu épais de charbons trois quarts gras, tenant de 16 à 22 0/0 de matières volatiles, reposant à peu près partout sur les schistes stériles qui forment le fond du bassin.

(1) *Notices sur la Compagnie des Mines de houille de Bruay*, publiées à l'occasion des Expositions de Paris en 1900 et d'Arras en 1904.

Cette région a été ouverte par la fosse n° 2 en 1868, où le gite se présenta pauvre et disloqué.

A la suite des résultats de dix sondages, tous positifs, sauf un (sondage 623 vers la limite orientale), et qui ont mis en évidence onze couches d'une puissance totale en charbon de 11,11 m, variant de 0,57 m à 2,50 m, soit en moyenne individuelle de 1 m, on a décidé la création d'un nouveau siège de production par le fonçage d'un puits n° 2 *bis*, le puits 2 devant servir de retour d'air.

Chapitre IV.

Sièges d'extraction.

Puits. — Les sièges d'extraction sont au nombre de cinq, dont un, le siège n° 2, situé au nord, est en préparation; les quatre autres, affectés au gite de la région sud, sont en exploitation.

Ils comprennent onze puits, dont huit d'extraction et trois d'aérage.

Le siège n° 1, avec deux puits jumeaux, un d'extraction, l'autre d'aérage, sera spécialement décrit à la Troisième partie.

Le siège n° 2, situé à l'altitude de 45,66 m, à 1 km au nord-est du clocher de Bruay, comprend la fosse n° 2, qui fut commencée en avril 1858, atteignit le terrain houiller à 138 m et fut arrêtée, en 1868, à la profondeur totale de 270 m. Cette fosse, revêtue d'un cuvelage en bois de 98,74 m, a un diamètre utile de 4,08 m. Son approfondissement vient d'être repris pour en faire un puits d'aérage.

Ce siège comprend en outre le puits n° 2 *bis*, d'extraction, situé au territoire d'Haillicourt, qui est en période de fonçage par le procédé de la congélation, et aura 4,50 m de diamètre utile.

Le siège n° 3, à l'altitude de 80 m, comprend deux puits jumeaux d'extraction, distants de 50 m, qui furent commencés, le premier en octobre 1866, à 850 m, à l'ouest du clocher de Bruay, le second en juin 1891. Ces puits atteignirent le terrain houiller à 124,18 m; ils furent foncés jusqu'à la profondeur commune de 381 m, respectivement avec des diamètres utiles de 4,08 m et 4,80, m, et munis de cuvelages, en bois sur 89,62 m de hauteur pour l'un; en fonte, sur 94,13 m, pour l'autre.

Ce siège a quatre accrochages : 209, 256, 289 et 360 m.

Le siège n° 4, à l'altitude de 79 m, comprend deux puits jumeaux d'extraction, distants de 50 m, qui furent commencés, le premier, à 865 m au sud-est du clocher de Bruay, en juin 1874, le second en juillet 1875. Ces puits atteignirent le terrain houiller à 124,45 m; ils furent foncés, par le procédé Chaudron, respectivement jusqu'aux profondeurs de 458,50 m et 460 m, avec le même diamètre de 3,65 m et des cuvelages en fonte sur 96,57 m et 109,28 m de hauteur.

Ce siège a trois accrochages : 190, 284 et 359 m.

Le siège n° 5, le plus important et de date récente, comprend deux puits jumeaux d'extraction et un d'aérage; il sera spécialement décrit à la deuxième partie.

Chapitre V.

Épuisement.

Puissance d'exhaure. — Par suite de l'absence des dièves, l'exploitation donne lieu à des venues d'eau dont le volume est très notablement supérieur à celui des autres concessions du Pas-de-Calais.

Actuellement l'exhaure atteint 9 200 m³ par jour dont :

Siège n° 1.	170 m³
Siège n° 3.	4 600
Siège n° 4.	4 400
Siège n° 5.	30

En dehors de ces venues journalières, qui sont à débit pour ainsi dire constant, il s'est produit, à Bruay, de véritables coups d'eau, faisant brusquement irruption dans les travaux avec des allures effrayantes au début; mais, bien que leur volume ait diminué rapidement, ils ont été suffisants pour arrêter le travail dans une partie des chantiers. C'est ainsi que le coup d'eau d'août 1891, dans la veine n° 8 de la fosse n° 4, donna jusqu'à 25 000 m³ par jour, et l'extraction dut être suspendue aux puits n°s 1, 4 et 4 *bis*.

Pompes. — Aussi dispose-t-on aujourd'hui de neuf pompes à vapeur souterraines, dont l'ensemble est capable de refouler au jour près de 45 000 m³ en vingt heures de travail.

Ces appareils d'épuisement comprennent :

SIÈGES D'EXPLOITATION	HAUTEUR de REFOULEMENT	DÉSIGNATION DES POMPES	DÉBIT HORAIRE	NOMBRE DE TOURS par minute
N° 1	340 m	Cail	280 m³	26
N° 3	289	Dubois n° 1	130	40
		Dubois n° 2	130	40
N° 4	359	Dubois n° 1	160	30
		Dubois n° 2	260	30
		De Quillacq	190	30
		Mailliet	360	30
N° 5	335	Mailliet	500	32
		Turbo-pompe Rateau	250	2 200
Épuisement horaire possible total			2 260	

Les appareils d'épuisement du siège n° 5 seront décrits au chapitre VIII ci-après de la Deuxième partie.

Albraque général. — Au niveau de 359 m de la fosse n° 4, on a exécuté un réseau de voies plates de 2 400 m, constitué par des travers-bancs mettant en communication les sièges n° 3, n° 4 et n° 5, pour permettre à ces puits de s'auxilier les uns les autres. On a établi, en outre, une galerie qui peut envoyer les eaux de l'albraque général sur la pompe Cail de la fosse n° 1 et peut également noyer une partie des travaux de cette fosse, en créant ainsi, en cas de pressante nécessité, un albraque complémentaire de grande capacité. Les exploitations du siège n° 1 sont en effet de 14 m en contre-bas par rapport à celles du siège n° 4, et on prépare un nouvel étage 100 m plus bas.

Enfin, par mesure de sécurité, tous les puits d'extraction sont pourvus de buveuses, leur permettant d'épuiser, par bennes, chacun 5 000 m³ par vingt heures, ou 250 m³ à l'heure.

DEUXIÈME PARTIE

SIÈGE N° 5

Chapitre premier.

Ensemble du carreau (1) *(Pl. 84 fig. 6)*.

Puits. — Les puits jumeaux d'extraction nos 5 et 5 *bis* (retour d'air), distants de 47,82 m d'axe en axe et profonds de 355,77 m, sont situés à l'altitude de 54 m sur le territoire de Dixion, et ont été commencés, le premier en mai 1889, le second en septembre 1892. Ils ont été foncés par le procédé Chaudron et ont atteint la tête du terrain houiller à 91,50 m.

Le puits n° 5 *ter* qui est affecté uniquement à l'aérage des quartiers sud des sièges nos 4 et 5, est situé à la même cote dans le territoire de Dixion, à 860 m au sud-ouest du puits n° 5, et fut commencé en janvier 1902. Il a été foncé par le procédé de la congélation, et a atteint la tête du terrain houiller à 93,38 m. Il a une profondeur totale de 131,77 m et un diamètre utile de 4,50 m.

La production journalière des puits nos 5 et 5 *bis* est respectivement de 1 000 et 750 t, le dernier puits n'ayant pas encore atteint, faute de personnel, sa pleine production de 1 000 t.

Colonne du puits. — Les deux puits nos 5 et 5 *bis* ont chacun 4,20 m de diamètre dans la partie maçonnée, et 3,90 m intérieurement aux nervures des anneaux dans la partie cuvelée. Les cuvelages ont respectivement 92,91 m et 92,72 m de hauteur, y compris 2,56 m et 2,37 m de faux cuvelage à la base.

Le cuvelage proprement dit a 90 m de hauteur; il est formé d'anneaux de fonte d'une seule pièce et de 1,50 m de hauteur chacun, assemblés entre eux par brides et boulons avec joint en plomb de 3 mm d'épaisseur.

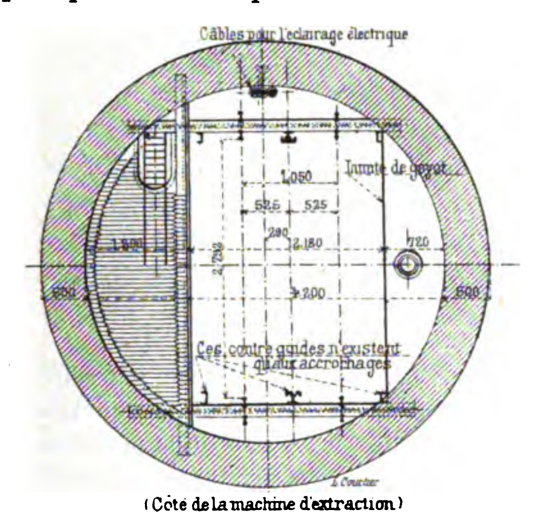
Ce siège a, dans chaque puits, deux accrochages complètement armés en fer, à 222 et 235 m.

Guidages. — Ils sont constitués par quatre files de rails en acier

(1) *Notices* déjà citées.

de 12 m de longueur et de 20 kg le mètre, placées en face des petits bouts des cages d'extraction, interrompues aux recettes intérieures et extérieures. Ils sont fixés tous les 1,50 m, par des manchons type Briart, à des moises en fer I de 180 × 100 × 7,25. Un jeu de 4 mm a été ménagé pour la dilatation entre les extrémités des rails.

Goyots. — La figure 2 montre la division du puits en compartiments : le compartiment principal sert à la circulation des cages; le plus petit des compartiments latéraux ou goyots est



(Côté de la machine d'extraction)

Fig. 2. Puits N° 5.

affecté à la conduite de l'air comprimé, et le plus grand est occupé par des échelles en fer galvanisé pour la circulation occasionnelle du personnel, avec paliers de repos de 9 m en 9 m, constitués par des planchers en fer ajourés. Un lambourdage en chêne, qui règne sur toute la hauteur du puits, protège les échelles contre la chute des corps étrangers. L'issue au jour se fait par une trappe ordinairement cadenassée.

Dans le puits n° 5 *bis*, le goyot aux échelles donne passage à la conduite de vapeur de 200 mm de diamètre desservant la pompe Mailliet et la turbo-pompe Rateau, décrite plus loin ; le goyot opposé renferme la conduite de refoulement de 300 mm de diamètre commune à ces appareils. Des boîtes de vapeur sont interposées sur les tuyauteries tous les 50 m pour la vapeur et tous les 150 m pour l'eau. La conduite de vapeur, pour diminuer la

condensation, est entourée d'un calorifuge maintenu par une gaine en tôle plombée.

Cages. — Les cages d'extraction sont en acier, à quatre étages, pesant tout armées 4 320 kg, avec deux berlines par étage, et munies d'un parachute à griffes excentriques mordant sur les rails du guidage, car elles servent aussi pour le personnel.

L'efficacité de cet appareil a été vérifiée par des essais sous charge effectués dans les ateliers du constructeur M. Malissard-Taza, notre Collègue.

Câbles. — Ils sont en aloès de Manille, à section décroissante depuis l'enlevage jusqu'à la patte, et ayant :

Au gros bout.	340 × 53 mm
Au petit bout.	255 × 40

Leur poids, pour 510 m de longueur, est de 7 100 kg.

Ils ont été fournis par la maison Vertongen et Harmegnies, et sont garantis pour une durée de vingt-quatre mois au puits n° 5 et de vingt mois au puits n° 5 *bis*.

Chevalet. — Le chevalement est du type « westphalien » avec avant-carré (contenant le guidage) et bigues inclinées se prolongeant vers le bas, à partir du niveau de la machine d'extraction, par des pylônes verticaux. Le chevalet est en acier doux « Martin Siemens », donnant à la rupture une résistance de 45 kg par millimètre carré et un allongement de 22 0/0. Sa hauteur depuis la margelle du puits jusqu'au sommet du campanile est de 36,560 m.; du niveau du plancher de la machine d'extraction jusqu'à l'axe des molettes, elle est de 22 m, et par conséquent largement suffisante pour la sécurité des manœuvres des cages.

L'avant-carré est pourvu de taquets de réception et de sûreté, pont de manœuvre des cages, barrières automatiques, sonneries pour les signaux de manœuvres, évite-molettes, tampons de choc, etc.

Les berlines sont décagées simultanément à deux niveaux, au moyen de deux recettes reliées par des balances sèches qui servent à descendre les berlines de la recette supérieure, pour les ramener au niveau de roulage du criblage.

Les molettes de renvoi des câbles d'extraction sont en acier avec un diamètre de 3,500 m au contact, et une largeur de jante assez grande pour recevoir les câbles à 10 aussières que pourra

nécessiter l'extraction à 800 mètres de profondeur. Leurs axes, en acier doux, distants de 1,050 m, reposent dans des coussinets en bronze encastrés sur des paliers en fonte.

Le chevalet a été calculé pour résister aux efforts qui prendraient naissance lors d'une rupture de câble. La résultante des efforts, en ce cas, se trouve encore comprise à l'intérieur des bigues et il n'y a pas tendance au renversement; la direction de cette résultante est d'ailleurs telle que les poutres de la plateforme des molettes se trouvent soustraites à la flexion.

Une partie de la charge des planches a été reportée sur l'infrastructure du chevalet, pour augmenter la valeur de la composante verticale, et constituer en même temps une masse inerte, capable de s'opposer à la naissance ainsi qu'à la propagation des vibrations dues à l'élasticité de l'acier.

Le chevalet du puits n° 5 *bis* ne diffère de celui du puits n° 5 que par l'addition d'une gaine d'aérage placée entre la recette des matériaux et celle des charbons, complétée par un sas à air et certains dispositifs accessoires qui sont sans gêne appréciable sur la capacité d'extraction.

Bâtiments d'extraction. — Les bâtiments d'extraction sont à ossature de fer et d'acier. Chacun d'eux comprend :

Au rez-de-chaussée, la baraque des ouvriers avec coffres à outils, une salle de blessés et la recette des eaux et des bois;

A l'étage intermédiaire, la lampisterie, les salles de bains pour les ingénieurs et les lavabos pour les porions;

A l'étage supérieur, c'est-à-dire au niveau de la machine, la recette inférieure des charbons, avec bureau pour le pointeur-taillleteur. Cet étage communique par une large baie avec la halle de triage.

Les bâtiments d'extraction sont fondés sur pilotis à tête noyée dans du béton. Le remplissage des vides de l'ossature est en maçonnerie, jusqu'au niveau du plancher de la machine, et au-dessus, en panneaux moulurés en tôles d'acier.

Les planchers de l'étage intermédiaire et des recettes à charbon ont été calculés respectivement pour des surcharges éventuelles de 300 kg et de 1 000 kg par mètre carré.

Bâtiment des générateurs et des machines auxiliaires. — Il fait suite aux bâtiments d'extraction, mesure 31 mètres de largeur sur 62 m de longueur, se divise en deux grandes salles, abrite d'une

part deux batteries de générateurs, et, d'autre part, les principales machines auxiliaires du siège. Il est recouvert d'une charpente en acier avec couverture en ardoises.

Salle des machines. — Cette salle, voisine de celle des générateurs renferme :

Deux ventilateurs ;

Deux compresseurs d'air ;

Trois groupes électrogènes assurant l'éclairage et le transport de force ;

Une machine centrale de condensation.

CHAPITRE II.

Criblage et quai au stock à charbon.

Criblage. — Le bâtiment de criblage est en acier, et a 28 m de largeur sur 63 m de longueur; il est commun aux deux puits. Sa toiture est formée par une charpente sheed, avec un versant vitré. Il comporte deux planchers, qui portent, l'un, celui du haut, les culbuteurs, l'autre, les appareils de criblage. Le plancher supérieur est recouvert d'un platelage en tôle d'acier de 15 mm d'épaisseur, pour le roulage des berlines. Ces planchers sont calculés pour supporter : le premier, une surcharge de 1 000 kg par mètre carré; le second, celle de 2 000 kg, car on y accumule parfois d'assez grandes quantités de grosse gailletterie.

Le matériel de criblage comprend, à chaque puits :

1° Des trémies ou glissières fixes, garnies de tôles perforées;

2° Un groupe de trois appareils mécaniques, avec toiles de nettoyage.

Les glissières fixes, débouchant sur des voies différentes, sont capables de débiter à elles seules toute l'extraction.

Les appareils mécaniques de chacun des deux groupes sont : trois culbuteurs, trois toiles de distribution et trois toiles de nettoyage, faisant suite à trois tables à secousses. Transversalement aux toiles de nettoyage, circulent deux toiles de concentration, l'une pour les poussiers, l'autre pour les produits criblés. Chaque culbuteur peut débiter 35 t à l'heure, ce qui donne 105 t par groupe et 210 t pour l'ensemble des appareils.

Ces appareils sont actionnés par deux électromoteurs, capables de mener chacun toute l'installation et pouvant marcher ensemble ou séparément.

La classification des produits peut être modifiée, en changeant les tôles perforées des tables à secousses, ce qui est rendu très facile par leur mode de fixation.

Six voies réservées au chargement des charbons passent sous les planchers du criblage. Les wagons circulent sur ces voies par la gravité. A côté se trouvent :

1° Une voie pour la mise en wagons des terres, qui est placée le long du criblage, et desservie par deux glissières hélicoïdales, déversant les terres dans des wagons spéciaux dits « Panama », à culbutement latéral;

2° Trois voies pour le classement des wagons vides;

3° Trois voies pour le classement des wagons chargés.

Deux transbordeurs électriques, sans fosse, coupent transversalement ces voies, et permettent de faire passer un wagon de l'une à l'autre. Ils sont entraînés par une chaîne, mue par un électromoteur de 8,5 ch, commandé du transbordeur lui-même.

Deux ponts à bascule de 20 t, placés sur la voie des wagons vides, servent à déterminer la tare avant chargement, tandis que quatre ponts à bascule de 50 t sont interposés sur les voies des wagons pleins en aval du deuxième transbordeur qui sert à classer ces wagons sur les voies de dégagement du triage. Celles-ci, après un certain parcours, se réunissent en une seule qui va rejoindre la gare centrale établie à côté des ateliers généraux, sur l'emplacement de l'ancienne fosse n° 2.

Quai au stock. — Les charbons de Bruay étant très riches en matières volatiles, il a été jugé bon de couvrir les stocks; à cet effet, il a été édifié une vaste halle de dépôt de 63 m de largeur sur 80 m de longueur, couverte en tôle ondulée galvanisée, sous laquelle sont effectués le culbutage des charbons et leur reprise ultérieure.

Deux ponts roulants de 27,67 m de portée (d'axe en axe des chemins de roulement) desservent le quai au stock; ils portent chacun cinq culbuteurs; ils se manœuvrent à bras d'homme, au moyen d'une transmission multipliant l'effort exercé sur la manivelle.

Quatre monte-charges, commandés électriquement et répartis deux à deux de chaque côté du quai au stock, permettent de remonter au niveau des passerelles de communication avec le criblage le charbon repris en berlines sur l'aire inférieure de la

halle de dépôt, et sont capables d'élever à chaque cordée une charge de 750 kg à demi-équilibrée avec une vitesse de 0,80 m par seconde.

Les passerelles, les ponts roulants, les tours des monte-charges, la charpente portant la couverture, etc., sont en acier doux.

Chapitre III.

Générateurs.

Générateurs de vapeur. — Il y a deux batteries, dont l'une complète comporte huit générateurs, ayant chacun 250 m² de surface de chauffe. La seconde batterie n'a encore que six générateurs, de même puissance que les premiers, et l'on a réservé l'emplacement suffisant pour les deux autres; par suite, lorsque l'installation sera complétée, le siège n° 5 disposera d'un ensemble de générateurs présentant une surface de chauffe totale de 4000 m².

Ces chaudières sont du type semi-tubulaire, avec deux bouilleurs inférieurs; elles ont trois retours de flamme et sont munies d'un dispositif spécial, obligeant les chauffeurs à fermer les registres avant de pouvoir ouvrir les portes du foyer. Voici leurs dimensions principales :

Diamètre moyen du corps cylindrique. . .	2,200	m
Diamètre moyen des bouilleurs.	0,900	—
Diamètre extérieur des tubes.	0,100	—
Nombre de tubes.	110	
Longueur des tubes entre plaques tubulaires	5,720	m
Longueur du corps cylindrique.	5,720	—
Longueur des bouilleurs.	6,650	—
Surface de grille	4	m²
Volume total de la chaudière	25	m³
Timbre	8	kg

Les tôles des viroles et des communications sont en acier extra doux, donnant à la rupture une résistance maximum de 40 kg par millimètre carré, avec un allongement minimum de 30 0/0.

L'alimentation des chaudières est assurée par deux pompes Duplex horizontales, du type 9 NA, avec clapets accessibles et démontables par des regards latéraux, et construites par la maison Burton fils; elles refoulent à volonté de l'eau crue ou de

l'eau épurée, à raison de 40 m³ à l'heure. Elles sont montées côte à côte, elles peuvent se substituer l'une à l'autre par un jeu de robinets qui permet de les isoler, et elles ont les éléments suivants :

Diamètre des pistons à vapeur. . .	254 mm
Diamètre des pistons à eau	178 —
Course commune des pistons . . .	254 —

Le charbon que consomment les chaudières est contenu dans deux grands bacs en tôle, de 90 t de capacité chacun, et situés dans l'entr'axe des batteries. Une passerelle avec culbuteurs est établie au-dessus de ces réservoirs, pour y amener directement, de la recette, les berlines d'escaillage et de charbon destinés aux chaudières.

Épurateur. — L'eau d'alimentation est débarrassée de ses sels calcaires par un épurateur du système Desrumeaux, capable de traiter 40 m³ à l'heure, et qui comprend :

1° Un saturateur automatique d'eau de chaux, avec arbre vertical à palettes, que commande un rouet hydraulique actionné par l'eau à traiter elle-même;

2° Un décanteur à chicanes hélicoïdales, pour la précipitation des sels calcaires rendus insolubles par l'action des réactifs;

3° Un réservoir de 94 m³ de capacité. Une pompe centrifuge y refoule l'eau épurée qui, à sa sortie du décanteur, a achevé de se clarifier par un séjour de vingt heures dans une grande citerne à deux compartiments, où elle a passé successivement. Du réservoir, l'eau épurée se rend en charge aux pompes alimentaires des générateurs.

L'épurateur ramène de 23 à 4 degrés le titre hydrotimétrique de l'eau d'alimentation, qui est puisée dans la rivière la Biette.

Collecteur de vapeur. — Chaque générateur est relié à la conduite collectrice de vapeur par des tuyaux en cuivre formant col de cygne et se prêtant à la dilatation. La conduite est constituée par des tubes en acier doux soudé, de 600 mm de diamètre et de 5 m de longueur, munis à leurs extrémités de brides cornières en acier moulé; entre deux brides consécutives est pincé un cercle de cuivre rouge sans soudure formant joint.

Pour parer aux effets de la dilatation, des soufflets en cuivre rouge ont été interposés à intervalles réguliers dans le collec-

teur, et des tirants de blocage localisent sur chacun de ces soufflets la dilatation correspondant à une certaine longueur de conduite.

Les eaux de condensation sont évacuées par des purgeurs automatiques dans une bâche spéciale; on les utilise pour les salles de bains des ingénieurs et pour les lavabos des porions.

Chapitre IV.

Machines d'extraction.

Machines. — Les machines d'extraction des deux puits sont identiques et à distribution par soupapes, avec commande par cames du système Kraft-Audemar.

Le poste de manœuvre, légèrement surélevé, est placé en dehors des cylindres; le mécanicien est ainsi à l'abri des accidents qui peuvent se produire en cas de rupture des câbles; il voit bien les recettes à desservir. Il a à sa disposition trois leviers: l'un commandant le modérateur, monté sur l'arrivée de vapeur, le second pour le changement de marche, le troisième actionnant le frein à vapeur.

Le levier de changement de marche attaque les arbres à cames, par l'intermédiaire d'un servo-moteur du type Stapfer et Duclos, qui est modérable, grâce à un frein à friction assurant sa stabilité aux positions intermédiaires, et permettant de marcher en détente.

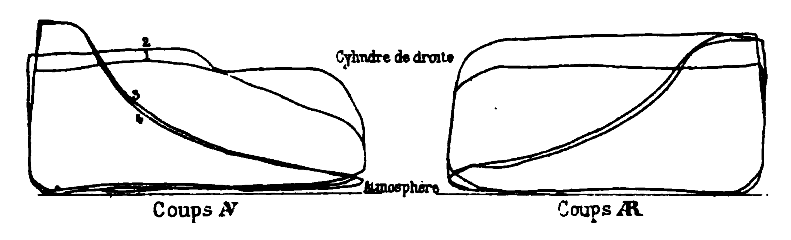
Ci-contre *(fig. 3)* sont quatre séries de courbes, prises à l'indicateur Richard, sur le cylindre de droite et sur le cylindre de gauche de la machine d'extraction.

Les deux premiers diagrammes figurent les courbes de pression correspondant aux quatre premiers tours de la machine; ils montrent que dès le troisième tour celle-ci prend son allure normale avec mise en détente bien franche. Sur les deux derniers diagrammes les diverses phases de la distribution s'accusent bien nettement et le réglage de la distribution s'y montre satisfaisant. Ces courbes ont été prises en pleine marche, la cage partant chargée de l'accrochage de 222 m, et montant dans le puits avec une vitesse moyenne de 8,62 m par seconde.

L'arbre moteur est foré de bout en bout suivant son axe d'un trou de 100 mm de diamètre, avec extraction d'une carotte-témoin de 50 mm de diamètre, prise d'un seul morceau sur toute

la longueur de l'arbre, et qui a permis de s'assurer que le cœur de l'arbre était sain.

Quand les cages arrivent trop près des molettes, elles actionnent un sabre enclanché à un servo-moteur spécial, qui coupe



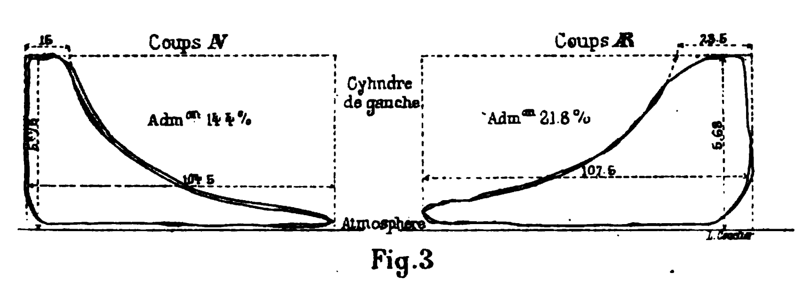


Fig.3

l'arrivée de la vapeur aux cylindres de la machine d'extraction, en même temps que se produit instantanément le serrage des sabots de frein.

Le mécanicien suit le mouvement de translation des cages dans le puits à l'aide d'un indicateur-réducteur de marche imaginé par M. Bilhaut, chef d'atelier au siège n° 4, et qui est complété par une sonnerie d'avertissement. Il se guide aussi d'après les marques faites sur le câble.

Voici les dimensions principales de ces machines d'extraction :

Diamètre des cylindres à vapeur	0,950 m
Course des pistons	1,700 m
Pression normale de marche.	6 kg
Pression maximum de marche (timbre des générateurs)	8 kg
Diamètre de l'arbre moteur dans les portées des coussinets	0,400 m
Longueur des portées des coussinets	0,800 m
Diamètre de l'arbre moteur au calage des bobines	0,530 m
Diamètre des tourteaux de bobine	2,200 m

Diamètre au bout des bras de bobine. . . .	8 m
Diamètre de la poulie de frein au contact des sabots	4 m
Diamètre des boutons de manivelle.	0,220 m
Longueur des boutons de manivelle.	0,275 m
Diamètre du cylindre du frein à vapeur. . .	0,550 m
Rapport des leviers du frein	1 à 2,5
Diamètre des soupapes d'admission.	0,250 m
Diamètre des soupapes d'échappement . . .	0,300 m
Distance d'axe en axe des deux côtés de la machine.	6,700 m

La machine de la fosse n° 5 est pourvue d'un évite-molettes système Reumaux.

La machine de la fosse n° 5 *bis* est pourvue d'un évite-molettes électrique système Sohm.

Fondations de la machine. — Elles sont établies sur des pilotis de 0,33 m de diamètre, fichés à travers les sables boulants de la surface, dans la craie marneuse, rencontrée vers 10 m de profondeur. La tête de ces pilotis est enchâssée, sur une hauteur de 0,50 m environ, dans une table de béton armé, de 4 m d'épaisseur, de façon à assurer une bonne répartition de la charge.

Ce béton est formé de cassons de briques rouges bien cuites, passés à l'anneau de 7 cm et débarrassés des menus morceaux sur la claie de 15 mm ; le mortier a été dosé à raison de 600 kg de portland de la Société des Ciments français, marque Demarle-Lonquéty, par mètre cube de sable. L'armature se compose d'un quadrillage de vieux rails de 30 kg le mètre courant.

Le massif proprement dit a 8 m de hauteur ; il est en maçonnerie de briques au mortier de ciment (dosage : 1 000 kg de portland par mètre cube de sable). Il est couronné par un glacis fait en portland avec sable de porphyre ; ce glacis constitue, sous les bâtis, une pierre artificielle de 0,50 m d'épaisseur.

Des ancrages très robustes complètent les précautions prises pour mettre, autant que possible, les fondations des machines d'extraction à l'abri des lézardes et des dénivellations dues aux mouvements du sol.

Chapitre V.

Ventilateurs et compresseurs.

Ventilateur Mortier. — L'aérage est assuré par deux ventilateurs, dont un de réserve. Le premier est du système Mortier ; il présente les éléments suivants :

Turbine. .	Diamètre.	2,400 m
	Largeur	1,436 m
	Nombre des ailes	36
Nombre de tours en marche normale		260
Débit correspondant en mètres cubes p^r seconde		55
Nombre de tours à la marche maxima		340
Débit correspondant en mètres cubes p^r seconde		80

Il est actionné par une courroie en coton et une machine à vapeur monocylindrique à distribution Rider, variable au régulateur. Le rapport du diamètre de la poulie-volant à celui de la poulie de commande de la turbine est de $\frac{3\,510}{1\,300} = 2{,}7$.

Cette machine peut marcher à volonté avec échappement, soit à l'air libre, soit au condenseur.

Ses dimensions principales sont :

Diamètre du cylindre	530 mm
Course du piston	700 mm
Nombre de tours en marche normale.	98
Nombre de tours avec la marche à pleine puissance	128
Puissance développée à la marche maxima . .	310 ch

Ventilateur Guibal. — Le second ventilateur est du système Guibal, à grande vitesse, avec deux ouïes d'entrée d'air. Il présente les dimensions suivantes :

Diamètre de la turbine au bout des ailes. . .	6,500 m
Largeur des ailes	1,700 m
Nombre des ailes (celles-ci entièrement en fer)	16
Nombre de tours en marche normale . . . . avec débit de 80 m³ par seconde ;	98
Nombre de tours maximum. . . . . avec débit de 80 m³ par seconde.	128

La machine motrice actionnant ce ventilateur est identique à celle du ventilateur Mortier, sauf qu'elle attaque directement la turbine.

Ces deux ventilateurs sont en communication avec le puits n° 5 *bis*, par une galerie à section circulaire de 3 m de diamètre. Le branchement qui va au ventilateur Guibal se divise en deux conduits aboutissant chacun à une des ouïes. Des vannes en fonte, à pivot central vertical, et dont la manœuvre s'effectue de la salle même des machines, permettent d'isoler chacun des ventilateurs.

Ventilateurs Rateau (1). — Deux de ces appareils sont installés à la tête du puits n° 5 *ter* et ont pour diamètre 3,400 m.

Ils doivent donner les résultats ci-après :

ORIFICE ÉQUIVALENT	DÉBIT par SECONDE	PRESSION D'EAU	TRAVAIL UTILE	RENDEMENT	TRAVAIL NÉCESSAIRE sur l'arbre	NOMBRE DE TOURS par seconde
m^2	m^3	mm	ch		ch	
2,00	50	90	60	0,72	83,5	166
2,50	50	58	39	0,69	56,5	132
1,75	45	95	57	0,73	78,0	174

Chacun d'eux est commandé par une courroie et par un électromoteur Sautter, type AB 45 double, constitué par deux induits, directement accouplés, tournant dans deux carcasses inductrices montées sur un bâti commun. La poulie de commande est calée sur l'arbre commun des induits. Les trois régimes spécifiés au tableau ci-dessus sont réalisés en couplant convenablement, en série ou en quantité, les électros inducteurs et les induits.

L'excitation de ces électro-moteurs est en série.

Un commutateur de couplage, à verrouillage automatique, permet de réaliser les combinaisons nécessaires pour satisfaire à l'un des trois régimes. Une fois le commutateur de couplage, placé dans la position correspondant au régime désiré, on met en marche à l'aide d'un appareil hydraulique.

Quand l'électro-moteur fonctionne, un verrouillage empêche toute fausse manœuvre du commutateur de couplage.

Pour passer d'un régime à un autre, il est donc nécessaire,

(1) Note de M. Conte.

avant de manœuvrer ce commutateur, d'arrêter l'ensemble à l'aide de l'appareil de mise en marche et d'arrêt hydraulique. Un disjoncteur automatique sépare l'électro-moteur du réseau de distribution, lorsque, par suite d'une cause quelconque (chute de la courroie de commande, etc.), la vitesse de l'électro-moteur tend à devenir dangereuse.

Compresseurs. — Les compresseurs, au nombre de deux, identiques, peuvent fournir chacun 10 m³ d'air par minute, à 6 kg de pression. Les machines motrices sont jumelles, avec distribution par obturateurs du système Dujardin, mus par déclics et *dashpots*.

Les cylindres à air sont placés à l'arrière des cylindres à vapeur. Ils ont leur couvercle et leur fond garnis de clapets Corliss de 54 mm de diamètre, au nombre de vingt à l'aspiration comme au refoulement.

Le refroidissement de l'air est obtenu par injection d'eau, pendant la période d'aspiration, au moyen de deux busettes pulvérisatrices.

Les moteurs peuvent, à volonté, marcher avec échappement, soit à l'air libre, soit au condenseur central.

L'air refoulé passe dans des récipients de purge, où s'effectue la séparation de l'air et de l'eau d'injection ; il se rend ensuite dans un réservoir en fer de 25 m³ de capacité où il s'assèche complètement.

Ces compresseurs ont les éléments suivants :

Diamètre des cylindres à vapeur.	0,600 m
Diamètre des cylindres à air.	0,610 m
Course commune des pistons	1,150 m
Diamètre du volant.	5 m
Nombre de tours maximum	50

L'air comprimé descend au fond par une conduite-maîtresse, formée de tuyaux d'acier soudés à recouvrement, de 180 mm de diamètre, et placée dans le puits n° 5.

Chapitre VI.

Installation électrique.

Groupes électrogènes par moteurs pilons.

Installation. — Elle assure au jour, à l'aide de 54 lampes à arc et 405 à incandescence, l'éclairage de tous les bâtiments de la fosse et de plusieurs maisons voisines, au fond celui des accrochages, des salles de pompe et des écuries; elle fournit en outre l'énergie nécessaire aux électro-moteurs du carreau de la fosse n° 5 ou de son voisinage.

Le courant est fourni par une station centrale, comprenant actuellement trois groupes électrogènes, d'une puissance normale de 250 ch chacun, montés dans la grande salle des machines, où un quatrième groupe a été constitué par une turbine à basse pression, du système Rateau, alimentée par un accumulateur de vapeur décrit ci-après.

Ces divers appareils sont de la maison Sautter-Harlé.

Mode de distribution. — Le courant employé est continu; il est distribué par un réseau à trois fils, avec différence de potentiel de 240 volts entre chacun des ponts.

Pour alimenter ce réseau, chaque ensemble de 250 ch est formé d'un moteur à vapeur actionnant, par courroie, deux dynamos affectées respectivement aux deux ponts de la distribution.

Moteurs à vapeur. — Les moteurs à vapeur sont du type vertical à deux cylindres compound; à la vitesse de 250 tours par minute, ils fournissent une puissance disponible sur l'arbre de 200 ch, en marchant à échappement libre, avec 6 kg de pression à la boîte à tiroir, et une force de 260 ch en marchant à condensation, avec 7 kg de pression. Les organes peuvent travailler, sans fatigue, à la pression de 10 kg.

La grande sensibilité des régulateurs de vitesse remédie aux variations brusques de charge qui peuvent se produire.

La distribution de vapeur se fait par tiroirs cylindriques; du côté du petit cylindre, un double tiroir fait varier la détente.

Voici les dimensions principales de ces moteurs :

Diamètre du cylindre d'admission	400 mm
Diamètre du cylindre de détente.	570 mm
Course commune.	330 mm
Nombre de tours environ	250
Diamètre des poulies-volants.	1,500 m

Dynamos. — Les dynamos sont du type Sautter-Harlé S. 80, pouvant donner chacune, en service normal, 66000 watts à la tension de 240 volts et à la vitesse de 500 tours par minute.

L'enroulement des inducteurs est compound; de plus, ces dynamos sont pourvues d'électros compensateurs permettant de maintenir le calage des balais absolument fixe, quelle que soit la charge et cela sans qu'il se produise d'étincelles. Les frotteurs sont en charbon.

Ces appareils peuvent supporter des surcharges atteignant 20 0/0.

Tableau de distribution. — Les dynamos des trois ensembles électrogènes sont groupées à volonté en quantité, au moyen du tableau de connexions, qui porte pour chaque machine un ampèremètre et un appareil de couplage à enclanchements électromagnétiques. Cet appareil est formé d'un interrupteur, muni d'un système de déclanchement qui est régi par un solénoïde monté en série sur le courant provenant de la dynamo correspondante. Il est réglé pour obtenir le déclanchement, dès que devient nulle l'intensité du courant fourni par la dynamo. Grâce à ce dispositif, la dynamo correspondante est isolée aussitôt qu'elle cesse, pour une cause quelconque, de débiter du courant; on empêche ainsi le retour, vers cette dynamo, du courant des autres machines en circuit. D'autre part, l'appareil porte un système d'enclanchement magnétique, à double enroulement, qui permet de fermer l'interrupteur, seulement lorsque la dynamo correspondante maintient, à ses bornes, une différence de potentiel égale à celle existant entre les barres du tableau. En résumé, cet appareil empêche de fermer l'interrupteur, si la dynamo qu'il dessert n'est pas dans les conditions de fonctionnement voulues pour le couplage; d'autre part il provoque la rupture automatique du circuit, aussitôt que les conditions ci-dessus cessent d'être remplies, prévenant ainsi tout accident du fait du couplage des génératrices.

En outre, pour éviter les inversions de polarité qui peuvent se produire dans le couplage des dynamos compound, groupées en parallèle sans précautions spéciales, des commutateurs, placés à la partie supérieure du tableau, établissent des connexions directes entre les balais des dynamos au départ des enroulements en série. Ces commutateurs commandent en même temps le circuit principal de la dynamo qui leur correspond. Ils peuvent couper ou fermer la communication entre les barres du tableau et le pôle de la dynamo, opposé à celui qui communique à l'interrupteur à enclanchements magnétiques. Lorsque ce dernier appareil est ouvert, ainsi que le commutateur placé au-dessus du tableau, les deux pôles de la dynamo correspondante se trouvent alors séparés du tableau. D'autre part, on voit que, si ce dernier commutateur n'est pas fermé, le circuit de la dynamo reste ouvert, même si l'on ferme à la main l'interrupteur à enclanchements magnétiques. Il en résulte qu'on ne peut pas mettre la machine en service, sans avoir établi, avec les balais de la machine, la connexion nécessaire pour éviter les inversions de polarité.

Le tableau de connexion porte, de plus, des voltmètres permettant de contrôler à chaque instant la différence du potentiel et divers autres appareils de contrôle. Au-dessous sont placées les résistances de réglage du champ magnétique des dynamos, qu'on manœuvre soit séparément, soit par une transmission générale, suivant les besoins. Le tableau de distribution porte les interrupteurs et les ampèremètres commandant les différents circuits (lampes et électro-moteurs). Enfin un tableau spécial à grille permet de grouper quatre à quatre les lampes à arc, suivant les besoins du service.

Groupe électrogène par accumulateur de vapeur et turbine du système Rateau (1).

Accumulateur. — L'accumulateur de vapeur *(Pl. 85, fig. 1 à 4)* se compose de quatre capacités cylindriques verticales en tôle, qui renferment une série de plateaux de fonte formant godet à leur partie supérieure. Le poids total de la fonte est de 52 t. Les chambres communiquent, d'une part, avec les cylindres de la machine d'extraction et, d'autre part, avec la turbine d'utilisation.

(1) Note de M. Conte.

Lorsque la machine d'extraction fonctionne, la vapeur arrive dans le régénérateur en quantité plus grande que la consommation moyenne de la turbine. L'excès se condense dans les godets de fonte, et cela en raison d'une légère augmentation de la pression qui règne dans l'enceinte, pression sensiblement égale à la pression atmosphérique. La température s'élève aussi, mais cette augmentation est limitée à quelques degrés par la grande masse de fonte qui forme volant de chaleur. Au contraire, quand, la machine d'extraction est arrêtée, l'eau condensée dans les godets repasse à l'état de vapeur, grâce à la chaleur emmagasinée dans la fonte pendant la période précédente.

On voit ainsi que la turbine est alimentée d'une façon continue par un flux de vapeur, maintenue à une pression presque uniforme (à condition, bien entendu, que les arrêts de la machine d'extraction ne soient pas trop prolongés).

Turbine. — La turbine est formée de sept roues étagées montées sur le même arbre; le diamètre commun est de 0,90 m. Elle reçoit la vapeur du régénérateur à une pression très légèrement inférieure à celle de l'atmosphère, de façon à ne pas gêner l'échappement de la machine d'extraction; elle évacue dans le condenseur, où l'on maintient un vide de 62 à 65 cm de mercure.

Dans ces conditions, la turbine tournant à 1 600 tours par minute peut développer une puissance de 300 ch.

Cette puissance est utilisée pour actionner deux dynamos de 66 000 watts chacune, montées sur le même arbre et dont le courant se rend au tableau général de distribution.

Pendant les arrêts un peu prolongés de la machine d'extraction, un dispositif automatique admet de la vapeur provenant directement des chaudières; ce détendeur de vapeur est réglé pour que, par exemple, si la turbine fonctionne à 0,90 atm absolu, la vapeur directe soit admise lorsque la pression a 0,95 atm.

Cette turbine, en tournant à 1 600 tours, avec un vide au condenseur de 62 à 65 cm de mercure et une pression amont de 0,90 kg, consomme 18 kg de vapeur par heure et par cheval-électrique aux bornes de la dynamo. Si donc la machine d'extraction absorbe 45 kg de vapeur par cheval utile et par heure (charbon remonté) la turbine permettra de récupérer sous forme de courant électrique 2,5 ch par cheval utile, soit 250 ch si le travail utile de la machine d'extraction est de 100 ch. Avec une

pression amont de 1 atm et un vide de 67 cm de mercure, la consommation de vapeur à la turbine tomberait à 13,5 kg par cheval-heure (1).

Électro-moteurs.

Ensemble. — En voici le détail :

2 électro-moteurs de		50	ch chacun, actionnant le triage ;
1	—	10	ch pour l'atelier de réparations ;
2	—	34	ch chacun, actionnant les pompes Rateau.
1 électro-moteur de		15	ch commandant un broyeur à mortier ;
1	—	12	ch actionnant une pompe Wauquier ;
2	—	8,5	ch actionnant deux transbordeurs ;
2	—	8,5	ch chacun, commandant les pompes du château d'eau ;

4 treuils électriques pour les monte-charges du quai au stock ;

2 électro-moteurs de 100 ch actionnant les ventilateurs Rateau de la fosse nº 5 *ter*.

Chapitre VII.

Appareils d'épuisement.

Pompe Mailliet. — Cette pompe, à la vitesse de 32 tours, fournit d'une façon régulière 500 m³ à l'heure.

Son moteur se compose de deux cylindres à vapeur conjugués, avec détente Rider variable au régulateur ; il commande quatre pompes à simple effet, en tandem deux à deux.

Voici ses éléments principaux :

Diamètre des cylindres à vapeur.	1,050 m
Diamètre des plongeurs	0,275 —
Course commune des pistons et des plongeurs.	1,600 —
Nombre de plongeurs (à simple effet).	4
Diamètre du piston des pompes à air.	0,370 m
Course du piston des pompes à air	1,600 —
Diamètre du volant.	5,500 —

(1) J. Rey, *la turbine à vapeur du système Rateau et ses applications* (Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France, avril 1904, p. 497).

Diamètre de l'arbre de couche.	0,525 m
Diamètre des tourillons	0,400 —
Longueur des tourillons.	0,570 —
Diamètre des boutons de manivelle.	0,220 —
Longueur des boutons	0,280 —

Pour remédier aux mouvements des terrains, la pompe est tout entière montée sur une charpente en acier de 800 mm de hauteur. Chaque moitié de la pompe forme un ensemble indépendant pouvant marcher tout seul, l'autre étant débiellé; aussi l'appareil d'épuisement est-il muni d'un condenseur, avec pompe à air de chaque côté.

L'arbre moteur a été foré sur toute sa longueur suivant son axe, pour s'assurer que le cœur était sain.

Les corps de pompe et leurs chapelles rapportées sont en acier moulé; les clapets, à siège plat unique, sont munis de ressorts extérieurs du type Girard.

Les réservoirs d'air qui surmontent les boites à clapets de refoulement réduisent à moins de 1 kg les variations de pression dans la colonne de refoulement.

Le poids de la machine, avec son bâti et les tuyauteries, est de 193 t environ.

Turbo-pompe Rateau. — Cet appareil d'épuisement a un débit horaire effectif de 250 m³, à la vitesse de 2 200 tours par minute. Il est constitué par une pompe multicellulaire formée de sept roues mobiles en bronze, de 290 mm de diamètre, attaquée directement par deux turbines à vapeur : la première (turbine à haute pression) porte douze roues mobiles ayant, les quatre premières 500 mm de diamètre à la jante, et les huit dernières 580 mm; la deuxième (turbine à basse pression) comprend dix roues mobiles de 770 mm de diamètre à la jante. Cette turbine à basse pression échappe dans un éjecto-condenseur auquel l'eau de condensation est fournie par une pompe hélicoïde de 180 mm de diamètre, accouplée sur l'arbre commun des turbines et de la pompe multicellulaire, dont voici les éléments principaux :

Hauteur de refoulement de la pompe multicellulaire	335 m
Hauteur maxima d'aspiration de la pompe multicellulaire. . . .	3 m
La pompe hélicoïde alimentant l'éjecto-condenseur aspire à une hauteur de	3 m
La pompe hélicoïde alimentant l'éjecto-condenseur refoule sous une pression de	5 m d'eau

La pompe hélicoïde alimentant l'éjecto-condenseur débite, par heure.	275 m^3
Consommation de vapeur garantie par cheval-heure en eau élevée.	10,5 kg
Pour une pression effective d'admission de vapeur égale à. . . .	6 kg
L'eau fournie à l'éjecto-condenseur étant à la température de. .	15°
Diamètre de la prise de vapeur de la turbine à haute pression. .	120 mm
Diamètre de l'échappement à l'éjecto de la turbine à basse pression	135 —
Diamètre de l'aspiration de la pompe multicellulaire.	210 —
Diamètre de refoulement de la pompe multicellulaire	210 —
Diamètre de l'aspiration de la pompe hélicoïde.	220 —
Diamètre de refoulement de la pompe hélicoïde	200 —

Cet appareil d'exhaure occupe seulement : 6,48 m en longueur, 2,05 m en largeur, 2 m en hauteur.

Il est disposé dans une chambre de : 9 m de longueur, 3,30 m de largeur, et 4 m de hauteur sous clef. On peut estimer que la salle qui contiendrait un groupe d'épuisement de la même puissance, constitué par une pompe à plongeurs commandée par moteur à vapeur à pistons, présenterait un cube huit fois plus .grand

Bâches à eau. — Les cages d'extraction peuvent être remplacées par des bâches à eau ou buveuses, à vidange automatique; ces bâches servent normalement à l'assèchement du fond du puits; de plus, elles peuvent aider à l'épuisement général en cas d'importants coups d'eau. Elles ont une capacité de 6,5 m^3 et pèsent, pleines d'eau, 10 000 kg. Elles peuvent faire jusqu'à 35 voyages à l'heure; elles fournissent alors à l'exhaure un appoint de 3,5 m^3 par minute et par puits.

Chapitre VIII.

Machine centrale de condensation et éclairage.

Machine. — Toutes les vapeurs provenant des moteurs à marche continue, compresseurs, ventilateurs, dynamos, etc., sont envoyées dans la condensation centrale. Elle est formée de deux moteurs indépendants actionnant chacun une pompe à air attelée en tandem; entre les deux pompes est installée une cloche d'injection, qui reçoit les vapeurs d'échappement des divers moteurs; on peut d'ailleurs à volonté, soit relier ces moteurs à la cloche d'injection, soit les faire échapper à l'air libre.

Voici ses principales dimensions :

Diamètre du cylindre à vapeur	0,380 m
Diamètre du piston de la pompe à air	0,550 —
Course commune des pistons	0,700 —
Diamètre du volant	3,500 —
Diamètre des soupapes de la pompe à air . .	0,100 —
Nombre des soupapes d'aspiration pour chacun des côtés.	36
Nombre des soupapes de refoulement pour chacun des côtés.	36
Diamètre de la cloche d'injection	1,300 m
Hauteur de la cloche d'injection.	2,350 —
Vitesse de marche { minima.	25 tours
Vitesse de marche { maxima.	65 —

Un lourd volant et un régulateur permettent de faire varier l'allure de chaque moteur dans les limites ci-dessus indiquées; les deux moteurs sont complètement indépendants pour permettre leur marche séparée. La puissance de la machine condensante peut varier ainsi dans le rapport de 1 à 5, et assurer un bon vide en tous cas, aussi économiquement que possible.

Les machines d'extraction ne sont malheureusement pas reliées à la machine condensante

Mais dans cet ordre d'idées, les machines d'extraction sont reliées à la machine de condensation dans l'installation que la Compagnie de Bruay vient de faire à son siège n° 3.

Alimentation. — L'eau nécessaire à la condensation est aspirée dans une grande citerne de 400 m³ de volume, installée dans la cour intérieure de la fosse; l'alimentation de cette citerne est assurée par une station élévatoire établie sur la berge de la rivière la Biette; l'eau chaude sortant du condenseur est renvoyée à une cheminée de réfrigération système Klein, d'une capacité de refroidissement de 350 m³ à l'heure. Une deuxième cheminée semblable doit être installée prochainement.

Lampisterie pour 2500 lampes de sûreté, à benzine (1). — Les lampes de mineur du siège n° 5 sont du type Marsaut, avec admission d'air par le bas, rallumeur Wolf à pastilles de phosphore et fermeture magnétique. L'essence employée pèse 710 g.

(1) Note de M. Conte.

Le bâtiment de cette lampisterie est isolé de tous les autres et divisé en deux parties : la première, dans laquelle se fait le nettoyage et le remplissage des lampes; la seconde qui contient les châssis de suspension des lampes et par laquelle se fait la distribution aux ouvriers.

Le bâtiment est aéré à la fois par le haut au moyen de cheminées, et par le bas, par des caniveaux reliés à un petit ventilateur mû électriquement.

TROISIÈME PARTIE

SIÈGE N° 1

CHAPITRE I.

Puits nos 1 et 1 bis.

Puits. — Le siège n° 1 est à l'altitude de 59 m, avec deux puits jumeaux, le n° 1 d'extraction et le n° 1 bis de retour d'air, distants de 49,50 m; le premier est situé à 755 m au sud du clocher de Bruay.

Ils furent commencés, l'un en décembre 1852, l'autre en juin 1888; ils atteignirent la tête du terrain houiller à 100 m, et ils furent respectivement foncés jusqu'aux profondeurs de 465,36 m et 454,50 m, avec des diamètres utiles de 4,04 m et 2 m, et des cuvelages, en bois pour l'un, de 79,88 m, et en fonte pour l'autre, de 74,50 m de hauteur.

Le procédé Chaudron fut appliqué au second puits.

Ce siège a six accrochages : 166, 188, 229, 271, 310, 353 m.

Parmi les installations du siège, nous nous bornerons à donner la description de l'évite-molettes électrique du puits n° 1 et la lampisterie électrique qui méritent d'attirer spécialement l'attention.

Évite-molettes électrique. — Cet évite-molettes est dû à notre Collègue M. Sohm, Ingénieur divisionnaire de la Compagnie; nous en reproduisons ici la description *(Pl. 85. fig 5)*; il a pour but :

1° De suppléer au défaut de fermeture ou à la fermeture tardive du modérateur de prise de vapeur, par une obturation au-

tomatique de la conduite d'arrivée de vapeur, à chaque ascension et au moment précis où elle doit être normalement fermée ;

2° De déterminer simultanément la suppression de l'arrivée de vapeur et le serrage à bloc du frein de la machine d'extraction, dès que la cage montante s'engage dans le chevalet au delà de l'espace qui est reconnu pratiquement nécessaire aux manœuvres dans les recettes;

3° D'obtenir automatiquement le ralentissement de la machine par un serrage d'intensité réglée du frein si, dans la dernière partie de l'ascension, la vitesse n'a pas été modérée par le mécanicien dans les limites du fonctionnement normal.

1° *Obturateur pour l'arrêt à distance.* — L'obturateur se compose d'une valve *h*, à pistons équilibrés, actionnée directement par un électro-aimant à course *i*.

Normalement, la valve se trouve maintenue ouverte par le poids du système mobile de l'électro (tiges et noyau) et livre passage à la vapeur. Dès que l'électro-aimant reçoit le courant, il attire son noyau et détermine la fermeture de la valve.

Le courant est envoyé à l'électro-aimant *i*, à chaque ascension, par un interrupteur fixe *m*, convenablement placé sur le parcours des index de l'indicateur de position des cages.

Un encliquetage *k* accroche un secteur solidaire du mouvement de la valve et maintient celle-ci dans la position fermée, tant que le mécanicien n'a pas accompli la manœuvre habituelle de fermeture à fond du modérateur, dont il a le levier en main.

Mais la machine continuant à tourner en vertu de la vitesse acquise, l'index de l'indicateur dépasse l'interrupteur *m* et le lâche, supprimant ainsi le courant à l'électro-aimant.

La manœuvre de fermeture du modérateur a alors pour effet de dégager l'encliquetage et de permettre, du même coup, la chute du noyau de l'électro et le retour de la valve à la position ouverte.

La vapeur pourra ainsi de nouveau affluer au modérateur pour l'achèvement de la cordée.

Il faut donc que le mécanicien fasse la manœuvre ordinaire pour amener la cage au jour, sinon, la machine privée de vapeur s'arrête, avant que celle-ci ne se présente à la recette.

Pour parer au dévirage de la cage montante, il est prévu que la valve n'obturera pas d'une façon complète la conduite de va-

peur : la machine recevra alors une quantité de vapeur qui, tout en étant insuffisante pour assurer la marche dans le sens donné par la position de la distribution, suffira néanmoins à former matelas élastique résistant, en se comprimant, sous l'effet de la marche inverse.

2° *Appareil d'arrêt absolu et instantané.* — Dès que la cage montante s'élève à 2,50 m au-dessus des taquets de la recette des charbons, elle attaque un interrupteur double *l* placé dans le chevalet.

Cet interrupteur est enfermé dans une boîte étanche de laquelle se dégagent deux sabres, que soulèvent respectivement l'une ou l'autre des deux cages dépassant le point limite.

Il agit du même coup, par sa fermeture :

1° Sur l'électro-aimant *i* de l'obturateur déjà cité;

2° Sur l'électro-aimant *p* du frein à serrage instantané.

L'arrivée de la vapeur est donc interceptée et le frein mis en serrage à bloc.

La commande du frein instantané présente un agencement un peu spécial :

Le cylindre à vapeur ordinaire du frein est conservé, mais il a été doté de deux tiroirs d'admission superposés et indépendants : l'un *n* est actionné par le levier à main du poste de manœuvre à la façon habituelle ; l'autre *o* directement appliqué sur la glace du cylindre est spécial à l'évite-molettes.

Ce tiroir est complètement indépendant de la manœuvre du tiroir à main et sa mise en position d'admission n'est obtenue que par la chute du poids *q* sur le levier qui le commande.

Le poids *q* est normalement retenu par l'électro-aimant *p* et sa chute libre (sur 120 mm environ) a pour but de provoquer, par le choc qui en résulte, le décollement instantané du tiroir *o* et d'assurer son rapide déplacement.

Cette chute est provoquée par l'attraction du noyau de l'électro-aimant qui forme verrouillage de la suspension du contrepoids.

Le desserrage du frein sera obtenu ensuite en replaçant dans leur position primitive l'interrupteur double *l*, le contrepoids *q*, et le levier du tiroir *o* du frein à vapeur.

3° *Appareil de ralentissement automatique à fin de cordée.* — Lorsque la cage montante arrive au voisinage du jour, la vitesse de la machine doit être ralentie progressivement par le mécanicien.

Les figures 6 et 7 (*Pl. 85*) donnent les courbes des vitesses normales de la cage montante, de la cage descendante et de la machine même.

La figure 6 se rapporte à l'allure normale des cages et de la machine pendant la remonte du personnel; la figure 7 donne les mêmes éléments pour la marche en extraction du charbon.

L'appareil de ralentissement, dont le fonctionnement va être expliqué, peut s'appliquer aux deux marches, mais à la fosse n° 1 il fonctionne seulement pendant la circulation du personnel dans le puits.

Lorsque la cage montante franchit les soixante derniers mètres avant le jour, si la vitesse de la machine dépasse de 1/10e la valeur de la vitesse normale, l'appareil entre en jeu: un régulateur à force centrifuge *r* est embrayé et rendu solidaire du mouvement de la machine; il actionne un sabre de profil spécial *s*, portant des touches qui seront attaquées par l'index de l'indicateur de position de la cage, si, comme il vient d'être dit, la vitesse est supérieure de 1/10e à la vitesse normale, mais qui resteront effacées si cette vitesse n'est pas dépassée. Si l'une des touches du sabre est attaquée, un interrupteur, solidaire de son mouvement, envoie le courant dans l'électro-aimant *t*, qui gouverne la soupape de mise à l'échappement du cylindre *u* de desserrage du frein : la vapeur, qui tient normalement soulevé le piston de ce cylindre, s'échappe, et le mécanisme de desserrage tombe sous l'action du poids de ses masses mobiles, auquel on a ajouté un contrepoids additionnel *v*; la poulie de frein se trouve ainsi serrée. Ce serrage s'effectue avec une énergie déterminée par le contrepoids *v* de telle sorte que le travail du frottement sur la poulie de frein ramène la vitesse de la machine à sa valeur normale. Alors, le régulateur *r* ralentissant, le sabre est ramené en arrière, la touche échappe l'index, le courant est supprimé et le mécanisme de desserrage remis en fonction.

La machine continue donc sa course pour être, par le jeu de l'appareil, ralentie à nouveau si besoin est.

Ainsi donc si, pour une cause quelconque, la machine n'arrêtait pas la cage à la recette, cette cage, continuant son mouvement ascensionnel, attaquera les sabres de l'appareil de mise en serrage instantané du frein à une vitesse suffisamment réduite pour que ce freinage brusque ne présente aucun danger.

L'agencement du cylindre de desserrage procure encore l'avan-

tage d'effectuer automatiquement le freinage d'intensité réglée de la machine si, pour une cause quelconque, la vapeur venait à manquer dans la conduite d'arrivée de vapeur au modérateur, parce que la prise de vapeur du cylindre *n* se fait sur la dite conduite.

Sources d'électricité. — Le courant nécessaire au fonctionnement de l'évite-molettes est pris sur le circuit d'éclairage qui est constamment parcouru par le courant.

Dans le cas de distribution intermittente de ce courant, il est prévu l'intercalation d'une batterie d'accumulateurs.

Puissance nécessaire aux appareils électriques de l'évite-molettes :

a. L'électro-aimant *i* de l'obturateur doit être capable de soulever, en une seconde et sur 60 mm de hauteur, son noyau pesant 10 kg, et de disposer d'une force attractive complémentaire de 6 kg pour assurer le déplacement des organes mobiles;

b. L'électro-aimant *p* gouvernant le frein instantané doit être capable de soulever rapidement son noyau, pesant 5 kg, sur 40 mm de course, et de lui imprimer, en outre, une force attractive disponible de 5 kg;

c. L'électro-aimant *t* du frein à serrage gradué doit pouvoir soulever également son noyau de 5 kg, sur 40 mm de course, avec un effort supplémentaire de 5 kg. Il est donc semblable au précédent.

La dépense d'énergie atteint 2 ampères et demi sous 110 volts lorsque les deux électros de l'obturateur et du frein instantané sont attaqués simultanément (1).

Évite-molettes Sohm des autres sièges. — Un évite-molettes de ce système, exposé actuellement dans le stand de la Compagnie à l'Exposition du Nord de la France, à Arras, est destiné à la machine d'extraction de 950 × 1 700 de la fosse n° 5 *bis*. Un troisième évite-molettes est installé sur une machine neuve de 950 × 1 800 de la fosse n° 4 *bis*. Enfin, l'exécution de deux autres est décidée pour les machines des fosses 3 et 4.

Expériences. — L'appareil de M. Sohm a fait l'objet, au cours

(1) Michel Sohm. *Nouvel appareil de sécurité pour machines d'extraction dit « Évite-molettes électriques », système Michel Sohm*, breveté S. G. D. G. (Extr. du *Bull. technologique*, n° 2, février 1903, de la Soc. des Anc. Élèves des Écoles nat. d'Arts et Métiers).

de notre visite, de trois essais, qui nous ont démontré son bon fonctionnement :

1° Un premier essai a été fait à la charge et à la vitesse correspondant à la translation du personnel, avec appareil de freinage, d'intensité graduée, embrayé;

2° Un deuxième a été exécuté à la charge et à la vitesse d'extraction intensive ;

3° Enfin un dernier essai : attaque du frein instantané par la cage dépassant la recette, et arrêtée par la mise en action des sabres, dès qu'elle a franchi l'espace nécessaire aux manœuvres.

CHAPITRE II.

Éclairage (1).

Lampisterie électrique. — L'installation de lampisterie électrique, prévue d'abord pour 500 lampes, a été augmentée dernièrement, à la suite des bons résultats obtenus. On a porté à 1200 le nombre de lampes journellement en service : 950 pour la fosse n° 1, et 250 pour la fosse n° 4 *bis*, dont la lampisterie électrique est une dépendance de celle de la fosse n° 1.

Description de la lampe. — La lampe électrique (*fig. 8 à 12, Pl. 85*) est du type Neu-Catrice, construite par la Société anonyme d'éclairage et d'applications électriques. Elle est constituée par deux éléments d'accumulateurs, comportant chacun une plaque positive entre deux plaques négatives. L'électrolyte est de l'acide sulfurique étendu à 22° B., immobilisé par de la silice gélatineuse qu'on obtient en traitant le silicate de soude par l'acide sulfurique.

Il y a toutefois une tendance à abandonner ce système. On a, en effet, mis en service, dans ces derniers temps, des lampes avec bacs en celluloïd et à liquide libre. Un dispositif particulier de chicanes, placées à la partie supérieure du bac, permet bien le passage des gaz, qui se dégagent à l'extérieur par un orifice très petit, mais s'oppose au passage du liquide, en cas de renversement, même prolongé, de la lampe.

Les bacs étaient au début en ébonite demi-souple. Ceux en celluloïd ont l'avantage d'avoir une plus longue durée; ils

(1) Note de M. Conte.

résistent mieux aux chocs et on peut les réparer facilement. Par contre, leur prix est double de ceux en ébonite.

Les accumulateurs sont renfermés dans une boite en tôle plombée, munie d'un couvercle à charnière, dont la fermeture est assurée par un rivet de plomb. Sur le couvercle se trouve un commutateur, portant la lampe à incandescence, protégée par un « cabochon », ou globe en verre épais de 4,5 mm, maintenu en place, avec interposition d'une rondelle en caoutchouc, par un croisillon en acier moulé, qui est réuni à la boîte à l'aide de trois colonnettes en laiton. Le croisillon porte, en outre, le crochet de suspension.

Le poids de la lampe électrique est variable ; en voici les différents types :

Lampe	grand modèle,	bac ébonite,	liquide	immobilisé.	2,800 kg
—	—	— bac celluloïd	—	libre . . .	2,700
—	petit	—	—	immobilisé.	2,300
—	cylindrique	—	—	—	1,950

Tous les types sont représentés dans la lampisterie électrique, mais les lampes les plus nombreuses sont celles de 2,300 kg. Les lampes cylindriques, au nombre de deux cents, sont spécialement affectées aux rouleurs.

Chaque lampe constitue une petite batterie d'accumulateurs, capable de débiter, au voltage moyen de 3,9 volts, 0,8 ampère, pendant 10 à 12 heures, suivant les types. Les ampoules sont établies pour donner l'éclairement *d'une bougie.*

Les accumulateurs sont réunis aux bornes de la lampe par des connexions souples en fils de cuivre plombés, gainés en caoutchouc. Les accumulateurs sont connectés en série par des bandes de plomb, soudées au fer électrique sur les queues des plaques. Pour les lampes avec bac en celluloïd, toutes les connexions sont maintenues au moyen d'écrous en cuivre rouge, enduits de dissolution de celluloïd.

Le commutateur présente une ouverture rectangulaire, qui sert à introduire la broche de chargement en ébonite, munie de deux lames de ressort en laiton amenant le courant avec une polarité bien déterminée et toujours la même. Un volet mobile en laiton permet de fermer cette ouverture. Il peut être assujetti par un rivet de plomb ou, comme dans les nouveaux types, par un prolongement de la charnière du couvercle, fixée elle-même par un rivet de plomb. (Dans ce dernier cas la lampe ne com-

porte qu'un seul rivet au lieu de deux.) Le volet forme en outre enclanchement avec le bouton poussoir du commutateur, de telle façon qu'on ne peut l'ouvrir, et, par suite, introduire la broche de chargement que quand le bouton est dans la position d'extinction de la lampe. On évite ainsi de pouvoir envoyer dans l'ampoule le courant de charge sous 5 volts, ce qui la mettrait rapidement hors d'usage. De même, on ne peut manœuvrer le bouton poussoir, pour allumer ou éteindre la lampe, qu'après avoir rabattu sur l'ouverture le volet en question : on empêche ainsi la production d'étincelles à l'air libre.

La partie supérieure du cabochon est recouverte intérieurement de peinture émail blanche, qui forme écran et renvoie la lumière vers le sol. La peinture étant translucide laisse toutefois diffuser un peu de lumière vers le haut.

Les accumulateurs à liquide immobilisé doivent être alimentés d'électrolyte tous les trois jours, pour que l'immobilisant soit maintenu en bon état d'humidité. L'électrolyte est introduit par un orifice spécial placé sur le couvercle des accumulateurs et fermé par un bouchon fileté. On se sert, pour l'alimentation, d'une pipette en verre, communiquant par un tube en caoutchouc avec un petit réservoir mobile en celluloïd, que l'on accroche à 0,30 m au-dessus des lampes. Un lampiste peut ainsi alimenter facilement 60 lampes à l'heure, y compris le déplombage et le replombage des enveloppes.

Chargement. — Les lampes sont chargées par série de 20 sur des étagères à 4 étages.

Ces étagères sont en sapin imprégné de « lignosotine », en vue de les protéger contre l'attaque de l'eau acidulée. Des planchettes paraffinées, supportées par 4 petits isolateurs en porcelaine, à bain d'huile, servent d'isolateurs pour un groupe de 4 lampes.

Le courant de charge sous 110 volts est pris en dérivation sur une ligne d'incandescence de la fosse.

Chaque série de 20 lampes est commandée par un tableau de charge comportant *(Pl. 85, fig. 13)* :

1° Un ampèremètre et un rhéostat de réglage ;

2° Une lampe de 32 bougies ;

3° Un commutateur unipolaire à deux directions et plot mort, permettant d'envoyer soit le courant de charge sur les accumu-

lateurs, soit le courant des accumulateurs sur la lampe de 32 bougies, pour absorber, après la charge, le « coup de fouet » ;

4° Un disjoncteur automatique, qui se déclanche quand la charge des accumulateurs est complète, ou en cas d'interruption du courant de charge, ou en cas de rupture du circuit des lampes. En tombant, le disjoncteur fait retentir une sonnerie électrique qui avertit le lampiste.

Au-dessus de chaque lampe se trouve une broche de chargement, reliée par un conducteur double en fil souple à un commutateur à deux directions qui permet d'envoyer le courant de charge dans la lampe, ou, sans interruption, dans une résistance de 5 ohms, formée par un fil de maillechort isolé, enroulé autour du socle du commutateur. On peut ainsi retirer de la série des 20 lampes en chargement un nombre quelconque de lampes, en les remplaçant chacune par une résistance équivalente.

La charge dure pendant dix heures au régime moyen de 1,1 ampère. Quand la charge est terminée, avant de mettre les lampes en service et sans les séparer des broches de chargement, on a soin de les décharger pendant un quart d'heure sur la lampe de 32 bougies du tableau. On absorbe ainsi le « coup de fouet » de l'accumulateur, nuisible à la conservation des ampoules, en ramenant son voltage de 2,5 à 2,1 volts par élément (1).

La Compagnie de Bruay n'est pas propriétaire des lampes ; elle paie une redevance mensuelle par lampe, fixée par un contrat avec la Société anonyme d'éclairage et d'applications électriques.

Un système de contrôle spécial, fonctionnant au moyen d'un tableau comportant tous les numéros des ouvriers, de taillettes mobiles en cuivre rouge au numéro de l'ouvrier, de taillettes mobiles en cuivre jaune au numéro des lampes, permet de donner à n'importe quel ouvrier une lampe quelconque, tout en sachant que tel ouvrier est porteur de telle lampe, pour la journée seulement. Les avantages de ce système sont les suivants : ne pas être astreint à tenir note des numéros de lampes de réserve remplaçant des lampes hors service ; distribuer les lampes préparées d'avance sur les tablettes du guichet dans un ordre quelconque ; remettre les lampes en charge dès leur rentrée à la lampisterie, par série complète de 20, sans être obligé de les remettre sur les étagères à une place déterminée.

(1) E. Cuvelette. *Emploi des lampes électriques portatives* (*Bull. de la Soc. de l'Ind. minér.*, 1re livr. 1904, p. 185).

Un certain nombre de lampes sont mises hors service chaque jour pour différentes causes : ruptures de connexions, d'ampoules, du filament des ampoules, manque de capacité (manque de voltage avant la fin du poste), accidents, etc.

Une proportion de 96 0/0 environ du nombre des lampes descendues remonte en bon état. Le tableau suivant donne la moyenne des résultats de marche obtenue pendant les trois derniers mois à la lampisterie de la fosse n° 1.

Proportion de lampes ayant fait le poste complet .	96,15 0/0
Proportion de lampes hors service pour manque de voltage	1,35
Proportion de lampes hors service à cause des ampoules	0,90
Proportions de lampes hors service à cause des connexions mauvaises	1,30
Proportion de lampes hors service pour accidents.	0,30
	100,00

APPENDICE

Stand à l'Exposition du Nord de la France, à Arras.

Notre excursion dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais se termina le 12 juin 1904, par la visite de l'Exposition du Nord de la France, à Arras, où nous avons vu le stand de la Compagnie de Bruay, qui comprenait sommairement :

1° Une réduction au dixième de l'installation du puits n° 5 : bâtiment d'extraction, chevalet, triage, trois générateurs, un compresseur, un ventilateur Mortier avec sa machine motrice (Installation décrite dans la Deuxième partie de ce travail) ;

2° Réduction au dixième de la pompe Mailliet de 500 m³ à l'heure de la fosse n° 5 (Décrite au chapitre VII de la Deuxième partie) ;

3° Batterie de 40 lampes électriques de mineurs en chargement (Décrites au chapitre II de la Troisième partie) ;

4° Treuil électrique de monte-charges (Voir le compte-rendu spécial de l'Exposition d'Arras au Bulletin de la Société) ;

5° Évite-molettes électrique (Décrit chapitre I, Deuxième partie);

6° Coupes du gisement à grande échelle (*fig. 2 à 5, Pl. 84* ci-annexées);

7° Lavis de la turbo-pompe Rateau de la fosse n° 5 (Décrite chapitre VII, Deuxième partie);

8° Lavis de la machine d'extraction de la fosse n° 4 *bis*. Machine à bâti Allis, de 950 × 1,700 m, à distribution par tiroirs Rider, circulaires, équilibrés, construite par la Société française de Constructions mécaniques (Anciens établissements Cail) (Voir le compte-rendu de l'Exposition d'Arras);

9° Album des plans d'exploitation de chacune des veines de Bruay, au 1/5000.

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre II. — **Criblage et quai au stock à charbon.**

Chapitre III. — **Générateurs.**

Chapitre IV. — **Machines d'extraction.**

Chapitre V. — **Ventilateurs et compresseurs.**

Chapitre VI. — **Installation électrique.**

Groupes électrogènes par moteurs pilons.

Groupe électrogène par accumulateur de vapeur et turbine du système Rateau.

Électro-moteurs.

Chapitre VII. — **Appareils d'épuisement.**

Chapitre VIII. — **Machine centrale de condensation et éclairage.**



TROISIÈME PARTIE

SIÈGE N° I

Chapitre I. — **Puits nos 1 et 1 bis.**

Chapitre II. — **Éclairage.**

VISITE

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

AUX

MINES DE LENS (P.-de-C.)[1]

(11 Juin 1904.)

PAR

M. P. PORTIER

A la suite de la visite que la Société des Ingénieurs Civils de France a faite des remarquables installations des Mines de Lens, où un accueil si cordial avait été réservé à nos Collègues, il a paru opportun de résumer dans une monographie les points qui avaient le plus vivement retenu l'attention des visiteurs, et de faire ainsi profiter les absents du fruit de l'intéressante excursion de Lens.

Historique.

La Société des Mines de Lens prit son origine en 1848, lors d'une association qui fut établie et représentée en vue de la recherche du charbon par MM. Casteleyn, Tilloy-Casteleyn, Scrive-Labbe.

Elle ne fut, toutefois, constituée qu'en 1852.

Le premier travail de recherche qui donna un résultat positif fut un sondage creusé sur le territoire de la commune d'Annay-lez-Lens, qui recoupa le terrain houiller à 149,21 m.

D'autres sondages furent alors entrepris sur les territoires des communes de Lens, Liévin, Annay et Douvrin. Les résultats ayant été favorables, une première fosse, dite Sainte-Élisabeth, fut creusée à Lens, en 1853.

(1) Voir planche 86.

Les travaux de reconnaissance exécutés par ce puits démontrèrent rapidement que le gîte était exploitable.

La Société obtint, le 15 janvier 1850, une concession de 6031 ha, qui fut portée, par décret du 27 août 1854, à 6100 ha.

Six années plus tard, la Société effectua d'autres sondages, au sud de sa concession, et obtint une nouvelle extension, qui porta son étendue à 6239 ha.

Enfin, le 3 octobre 1873, la Société des Mines de Lens fit l'acquisition de la concession de Douvrin, d'une contenance de 700,32 ha, concession qui fut réunie à sa concession par décret du 5 mars 1875.

La superficie de la concession de Lens est donc, actuellement, de 6939,32 ha.

Gisement.

Le terrain houiller, dans la concession de Lens, est recouvert presque uniformément par une épaisseur de 150 m de morts-terrains environ, composés : 1° de terre végétale, gravier, sable; 2° crétacé supérieur, très aquifère; 3° dièves ou marnes argileuses, qui protègent les exploitations contre les infiltrations d'eau; 4° tourtia, composé de cailloux agglutinés avec un ciment argilo-calcaire.

La concession de Lens est située dans la partie centrale du bassin du Pas-de-Calais.

La distance entre les affleurements nord et sud, au tourtia du terrain houiller, est de 12500 m, dans le méridien de la ville de Lens *(Pl. 86, fig. 1)*.

Le sondage de Souchey, qui a recoupé tout récemment le terrain houiller à 800 m au-dessous du niveau de la mer, à 4 km de l'affleurement sud au tourtia, indique le prolongement du bassin plus au midi.

Ce prolongement est, du reste, confirmé par les travaux d'autres sociétés de recherche, et notamment par une galerie poussée au sud de sa concession par la Compagnie des Mines de Liévin.

Au nord, le terrain houiller est recoupé directement sous les terrains morts, sauf au voisinage de la fosse n° 10 et dans la concession de Douvrin, où l'on rencontre également les affleurements du calcaire carbonifère au tourtia.

Au sud, la concession de Lens est limitée par celle de Liévin, dans laquelle le terrain houiller s'enfonce au-dessous de la grande faille eifélienne, qui constitue une surface de glissement modérément inclinée vers le sud, et le long de laquelle les terrains dévonien et silurien du bassin de Dinant ont glissé sans renversement au-dessus du bassin houiller de Namur. Ce chevauchement des terrains anciens paraît avoir détaché du terrain houiller et refoulé vers le nord un lambeau important de ce terrain.

Ce lambeau de terrain houiller est composé de couches renversées plus ou moins disloquées et régulières, qui recouvrent au sud-ouest le houiller en place de la concession de Lens, ainsi que des concessions voisines.

Une faille très importante, affectant également les concessions voisines, appelée faille centrale ou Reumaux, traverse la concession de l'est à l'ouest. Cette faille sépare les charbons gras et trois-quarts gras (38 0/0 à 22 0/0 de matières volatiles), du sud, des charbons demi-gras et quarts-gras (22 0/0 à 11 0/0 de matières volatiles), du nord.

Au nord de cette faille, la partie la plus septentrionale est régulière, mais la partie centrale, affectée par le pointement de calcaire situé au voisinage de la fosse n° 10, est coupée par de nombreuses failles, et les allures en dressant y sont fréquentes.

Au sud de la faille Reumaux, le gisement est remarquablement riche, tant par la puissance que par le nombre des couches.

Il est régulier dans son ensemble, quoique affecté par de nombreuses et importantes failles. Nous citerons notamment la faille d'Éleu, qui fait un rejet d'environ 300 m, et la faille horizontale Rangonnieux *(Pl. 86, fig. 3 et 4)*.

L'allure générale des couches dans la concession est en plateure, avec inclinaison de 5 à 20 degrés au sud, l'allure en dressant n'existant guère qu'au voisinage des parties accidentées.

Le nombre des couches exploitables est de 56, et la puissance moyenne de 0,84 m *(Pl. 86, fig. 2)*.

Le gisement est peu ou pas grisouteux dans les étages supérieurs des fosses situées au sud de la faille centrale ou Reumaux, c'est-à-dire dans les fosses à charbons gras ou trois quarts gras, mais il le devient en profondeur.

Les fosses au nord de cette faille sont beaucoup plus grisouteuses.

L'exploitation se fait généralement par tailles chassantes et montantes, avec remblais.

Les couches les plus puissantes sont exploitées par traçages et dépilages.

Les terrains étant généralement peu solides, le boisage se fait en mettant des bois de soutènement tous les mètres en moyenne. Dans les chantiers où le déboisage est possible, on emploie le boisage mixte, fer et bois.

Les galeries principales de roulage et d'aérage sont maçonnées ou munies de cadres en fer.

Toutes les fosses communiquent entre elles par les travaux.

Production.

La production des mines de Lens a été de 3 228 000 t en 1903, soit environ 15 0/0 de celle du bassin du Nord et du Pas-de-Calais, et 9 0/0 de la production totale de la France.

Le tableau ci-contre fournit les indications relatives à la production de chacune des fosses de la Société, et à la nature des charbons extraits.

SIÈGES	COMMUNES	EXTRACTION EN 1903	NATURE DES COMBUSTIBLES
		t	
N° 1. — Ste-Élisabeth.	Lens	171 149	3/4 gras — forges.
N° 2. — Grand-Condé.	Lens	338 850	3/4 gras à coke.
N° 3. — St-Amé . . .	Liévin . . .	382 991	gras à gaz.
N° 4. — St-Louis. . .	Lens	227 921	d°
N° 5. — St-Antoine. .	Avion. . . .	248 197	d°
N° 6. — St-Alfred . .	Haisnes. . .	210 303	1/2 gras et 1/4 gras.
N° 7. — St-Léonard .	Wingles. . .	285 620	d°
N° 8. — St-Auguste .	Vendin . . .	370 764	3/4 gras — forges.
N° 9. — St-Théodore .	Lens	205 770	gras flambant.
N° 10. — St-Valentin.	Vendin . . .	31 738	1/2 gras et 1/4 gras.
N° 11. — St-Pierre. .	Loos	383 450	gras à gaz.
N° 12. — St-Édouard.	Lens	371 962	3/4 gras à coke.

Les fosses n° 13 (St-Élie) et n° 14 (St-Anatole) sont en installation; la première seule servira à l'extraction; l'autre sera un puits d'aérage.

Les tableaux suivants permettent de se rendre compte de l'augmentation rapide d'extraction de la Société des Mines de Lens, de la production comparative des diverses mines du bassin, et enfin, de la production du bassin du Nord et du Pas-de-Calais, par rapport aux autres bassins de France.

Production moyenne par siège d'extraction

comparée avec celle de l'année précédente.

COMPAGNIES	1902	1903	AUGMENTATION °/.
	t	t	
Bruay	250 465	300 189	21,33
Drocourt	210 735	263 500	25,04
Courrières	201 854	247 303	22,52
Lens	191 705	230 623	20,50
Marles	196 700	230 079	16,97
Meurchin	120 793	215 869	18,93
Dourges	178 350	212 410	19,10
Nœux	160 471	191 373	19,25
Liévin	156 590	190 527	38,95
Béthune	161 616	178 438	24,21
Aniche	143 588	171 957	18,80
Anzin	135 500	156 824	15,74
Vicoigne	110 785	131 905	19,06
Azincourt	108 563	127 025	17.01
Escarpelle	94 260	111 345	18,12
Ostricourt	75 825	105 175	38,70
Douchy	86 153	95 656	11,03
Carvin	76 190	83 464	9,55
Ferfay	75 050	81 831	9,03
Crespin	78 140	78 533	0,50
Flines	60 325	70 506	15,00
Ligny	89 673	53 330	25,64
La Clarence	27 015	48 698	80,26
Thivencelles	41 486	48 832	17,27
Marly	12 020	24 674	50,64

Production de la houille en France

pendant le premier semestre de 1904, comparée avec celle du premier semestre de 1903.

(Bassin du Nord et du Pas-de-Calais excepté.)

	1er SEMESTRE	
Houille et Anthracite :	1903	1904
	t	t
Loire	1 879 700	1 738 472
Gard	956 484	983 902
Bourgogne et Nivernais	981 495	981 830
Tarn et Aveyron	931 893	924 194
Bourbonnais	575 345	560 524
Auvergne	256 855	233 683
Alpes occidentales	154 415	138 304
Hérault	119 132	120 119
Vosges méridionales	118 976	121 069
Creuse et Corrèze	85 106	82 924
Ouest	57 125	64 126
Divers	15	»
Lignite :		
Production totale	335 810	329 311

ANNÉES	PRODUCTION				CONSOMMATIONS	IMPORTATIONS			EXPORTATIONS
	TOTALE Française	du Nord	du Pas-de-Calais	des Mines de Lens		Anglaises	Allemandes	Belges	
	Milliers de t	Milliers de t	Milliers de t	Milliers de t	Milliers de t	Milliers de t	Milliers de t	Milliers de t	Milliers de t
1814. .	882	276	»	»	1 112	10	30	130	21
1840. .	3 003	776	15	»	4 257	380	160	750	37
1860. .	8 304	1 595	590	100	13 270	1 370	1 170	3 620	200
1880. .	19 362	3 702	4 844	925	28 846	3 400	1 260	5 280	600
1900. .	33 404	5 669	14 595	3 146	48 803	8 375	2 020	5 692	927
1903. .	35 000	5 889	16 191	3 228	47 243	6 047	2 422	4 838	1 115

Il y a lieu de remarquer que l'extraction totale en France, en 1903, a été de 35 millions de tonnes, tandis que la consommation était de plus de 47 millions de tonnes.

Production houillère du Pas-de-Calais et du Nord

(Déduction faite des déchets de triage).

COMPAGNIES	1er SEMESTRE 1904 — CHIFFRES approximatifs	COMPAGNIES	1er SEMESTRE 1904 — CHIFFRES approximatifs
	t		t
Bassin du Pas-de-Calais.		*Bassin du Nord.*	
Béthune.	769 301	Aniche	728 172
Bruay.	1 097 596	Anzin.	1 543 362
Carvin	416 560	Azincourt.	57 463
Courrières.	1 117 333	Crespin.	38 375
Dourges.	511 610	Douchy.	183 857
Drocourt	261 740	Escarpelle.	387 907
Ferfay-Cauchy. . . .	79 492	Flines-lez-Raches. . .	66 514
La Clarence	21 118	Marly.	1 099
Lens	1 477 484	Thivencelles.	68 572
Liévin	721 241	Vicoigne.	63 213
Ligny-lez-Aire	64 545		
Marles	682 737	TOTAL.	3 138 534
Meurchin	198 910		
Ostricourt.	213 500	Bassin du Pas-de-Calais	8 084 606
Nœux.	751 439		
TOTAL.	8 084 606	ENSEMBLE	11 223 140

Vente des produits.

Une partie de l'extraction est livrée à la consommation telle qu'elle sort des puits sous le nom de tout-venant, après en avoir, toutefois, retiré le gros, soit au moyen d'une grille à barreaux espacés de 220 mm placée dans la trémie de culbutage des berlines située avant l'appareil de criblage et de nettoyage, soit à la main, sur les tables de nettoyage.

Le tout-venant est généralement décompressé pour en faciliter le nettoyage, puis recompressé lors du chargement.

Mais, suivant que les veines en exploitation fournissent des houilles plus ou moins riches en morceaux ou gailleteries de

40 mm de côté, on distingue le tout-venant en diverses catégories :

20/25, 30/35, 40/45, 50/55, etc., de gailleterie.

L'autre partie de l'extraction est classée mécaniquement. Une partie est débitée par des grilles à barreaux écartés de 70, 40 et 25 mm, le reste par des grilles à barreaux écartés de 10 mm et 5 mm.

On obtient ainsi sous les noms de :

Gros, des morceaux ayant plus de 220 mm de côté ;

Gailleteries, des morceaux ayant de 70 à 220 mm de côté ;

Gailletins, des morceaux ayant de 40 à 70 mm de côté ;

Grenus ou têtes de moineau, des morceaux ayant de 25 à 40 mm ;

Criblés de 10 ou 5 mm, des produits purgés de poussières par passage sur des grilles de 10 à 5 mm et, comme contre-partie, les produits plus ou moins menus qui ont traversé les grilles de 70, 40, 25, 10 et 5 mm, et qui sont dénommées *fines à 70, 40, 25, 10 et 5 mm.*

Ces divers produits obtenus aux appareils de triage et de criblage annexés à chaque siège d'extraction sont versés en wagons de la Compagnie du Chemin de fer du Nord, à destination directe des clients, soit en wagons culbutants de la Société des Mines de Lens pour être dirigés vers le rivage d'embarquement où l'on effectue les mélanges, quand il y a lieu, lors du chargement des bateaux.

Une partie des houilles est vendue également à l'état de produits lavés. Les fines de 25, 10 et 5 mm, en arrivant à l'atelier central de lavage, sont séparées en nouvelles catégories par criblage sur tables à secousses, pourvues de trous ronds de 3, 6, 10, 13, 18 mm, et il en résulte, après lavage et égouttage, des *grains* et *noisettes lavées* de 6/13, 10/18, 6/25 mm etc., et des *têtes de moineau lavées* de 18/25 mm.

Enfin, le poussier le plus fin, 0 à 3 ou 6 mm, sert à la fabrication du coke métallurgique ou à la fabrication des briquettes, suivant la teneur en matières volatiles qu'ils contiennent.

L'extraction des Mines de Lens étant de 3 228 000 t en 1903, il a été produit :

Briquettes.	84 000 t
Coke métallurgique et de fonderie. .	467 000

Les fours à coke à récupération ont fourni comme sous-produits :

Braî.	8 500 t
Sulfates d'ammoniaque et eaux concentrées.	1 750
Huiles de goudron et dérivés	3 150
Benzols et benzines.	1 150
Naphtaline.	1 150

Triage et criblage *(fig. 1)*.

Le triage du tout-venant s'opère sur des toiles sans fin, de chaque côté desquelles sont placées des filles revêtues d'un uniforme simple, en toile bleue à pois blanc, avec un fichu pareil autour des cheveux. Cette coutume, qui est née aux Mines de Lens et tend à se généraliser, est d'un très bon effet sur la propreté et sur le coup d'œil. Elles enlèvent les pierres tandis que des grilles et cribles de dimensions diverses permettent le classement des grosseurs. On les reconstitue ensuite, suivant les besoins, sur des couloirs inclinés et on les verse dans les wagons qui passent sous l'atelier.

Usage des diverses catégories de houille.

Houilles grasses flambantes (type Newcastle et Mons) (32 à 29 0/0 de matières volatiles).	Foyers domestiques dans la région du Nord *(fortes compositions)*, gazogènes, verreries, porcelaineries, sucreries-distilleries, produits chimiques, métallurgiques, brasseries, filatures, tissages, teintureries *(tout-venants 20/25, 30/35, fines 40 mm)*.
Houilles grasses à coke (38 à 32 0/0 de matières volatiles).	Gaz d'éclairage (tout-venants et fines 10 mm barreaux).
Houilles 3/4 grasses, maréchales (26 à 22 0/0 mat. vol.).	Fabrication du coke, générateurs, forges.

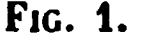

Tremie du
tout venant
Toile de triage
Incl^on 11°30'
Barreaux
à 40m/m
Ecart^t des barreaux 70 m/m
Incl^on 40°
Fines 0 à 10m/m
Braisettes et têtes de moineau
10 à 40
Cailletins 40 à 70m/m
Gailleterie et Gros 70m/m à 150
I. Courtier

FIG. 1.

Houilles 1/2 grasses et 1/4 grasses (22 à 12 0/0 de matières volatiles).	Foyers domestiques, criblés 10 mm, gailleteries, gailletins, têtes de moineau, chauffage industriel dans certains départements (tout-venants, fines 25 mm). Les 1/4 gras sont surtout utilisés pour la fabrication de la chaux, du ciment et des briques. (Fines 40, 25 et 10 mm).

Les tout-venants gras, flambants ou 3/4 gras sont souvent demandés en mélanges, sur bateaux avec des fines de 40, 25 et 10 mm, 1/2 ou 1/4 grasses ou avec des produits lavés pour produire un combustible donnant de 18 à 20 0/0 de matières volatiles.

Les tissages et les filatures en consomment un tonnage important.

Les grains et noisettes lavées dont la teneur en cendres varie de 3 à 6 0/0 et de 20 à 23 0/0 de matières volatiles sont fort appréciés dans l'industrie régionale.

Les grains lavés spéciaux pour forges sont dénommés 6/25 mm.

Administration.

La Société des Mines de Lens est administrée par huit membres.

Les Présidents successifs furent M. S. Castelyn, fondateur, M. H. Bigo, ancien maire de Lille, M. Léonard Danel, actuellement en fonction.

Le Conseil de surveillance comprend :

Trois Membres titulaires ;

Trois Membres suppléants.

Le Secrétariat et le Service des titres sont à Lille.

La Direction, le Service technique, le Service commercial, sont à Lens.

Directeur général : M. Élie Reumaux, Ingénieur civil des Mines, qui succéda à M. Édouard Bollaert, après avoir rempli si remarquablement les fonctions d'Ingénieur en Chef de la Société, de 1866 à 1898.

Chef du Service commercial : M. F. Bollaert, Ingénieur, fils du regretté M. Édouard Bollaert, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui dirigea la Société, de 1858-1898, avec tant de compétence et qui contribua si puissamment, avec M. Reumaux, au développement de la Compagnie.

Chef du Service des travaux du fond : M. Lafitte, Ingénieur.

Inspecteur principal des machines et du matériel : M. Naissant.

Inspecteur principal de l'Exploitation : M. Dinoire.

Inspecteur principal du chemin de fer et des constructions : M. Salvetat.

Chefs de service : 10, dont :

8 Ingénieurs de fosse, 1 Ingénieur du commerce et des transports, 1 Ingénieur du Service central approvisionnements.

Chefs adjoints des services : 15 dont :

7 Ingénieurs adjoints au service des fosses;

3 Ingénieurs adjoints au service des ateliers;

1 Ingénieur adjoint au service de l'électricité;

1 Chef adjoint au service chimique;

1 Chef adjoint au service du contentieux;

1 Chef adjoint au service des études du jour;

1 Chef adjoint au service des études du fond.

Personnel : Le personnel de la Société comprend 13 323 ouvriers et employés, qui représentent, avec leurs familles, une population de 60 000 âmes environ.

Renseignements généraux.

La valeur de la Société est représentée actuellement par 300 000 actions de 750 f environ, soit 225 000 000 f.

Les frais de premier établissement depuis l'origine se répartissent approximativement comme suit :

12 sièges d'extraction actuellement en activité comportant un ensemble de 18 puits, dont 15 d'extraction et 3 d'aérage. Leur profondeur varie de 189 m (fosse n° 11) à 493 m (fosse n° 7)	27 825 000 f

Deux nouveaux puits nos 13 et 14 sont actuellement en préparation, l'un servira à l'extraction, l'autre à l'aérage.

Les voies ferrées reliant les douze sièges entre eux ainsi qu'aux gares du chemin de fer du Nord, à Lens, Pont-à-Vendin et Violaines, et au rivage de Pont-à-Vendin, représentent une longueur de plus de 120 km.

Le matériel comporte 39 locomotives, 1 943 wagons.	12 000 000 f
Achats de terrains.	8 750 000 f
Maisons ouvrières, écoles, bureaux, chapelles, asiles, ouvroirs, etc	20 000 000 f
Matériel, machines servant à l'extraction et à l'aérage des travaux, au triage, criblage et lavage, carbonisation et agglomération des combustibles .	14 760 000 f

La force motrice exigée par l'ensemble de l'exploitation compte :

21	machines	d'extraction pour . . .	6 720 ch
20	—	d'aérage pour	1 805
9	—	d'épuisement pour. . .	465
20	—	compresseurs d'air pour	4 267
30	—	électriques pour	3 088
39		locomotives pour . . .	1 600
236	—	diverses pour	3 568
375	machines pour		24 513

non compris plusieurs centaines de treuils, pompes, etc. dans les travaux.

Usines et installations diverses.

1° Une usine à briquettes Biétrix, puisamment outillée produit journellement 300 t de briquettes;

2° Plusieurs batteries de fours à coke des systèmes Coppée, Bernard, Sechel et Mines de Lens;

3° Deux usines à récupération des sous-produits de la fabrication du coke;

4° Une usine de distillation et de rectification pour le traitement des goudrons.

Une partie des gaz perdus des fours à coke est utilisée pour la production de l'électricité;

5° Six installations de lavoirs pouvant laver 4000 t par douze heures;

6° Un *quai d'embarquement*, situé sur l'une des rives d'un vaste bassin de 340 m de longueur sur 32 de largeur parallèle au canal de la Haute-Deule et communiquant avec lui par l'une de ses extrémités, est affecté au chargement de la houille; un autre quai maçonné de 1,50 m de hauteur permet le transbordement direct de wagon à péniche des charbons ne supportant pas le chargement mécanique tels que les gras et la gailleterie.

Sur le quai d'embarquement des charbons menus la gravité est utilisée pour la manœuvre des wagons et, sur la plate-forme supérieure des quais, un ensemble de voies de triage permet la classification des charbons suivant leur provenance et leur qualité ainsi que la formation des trains à embarquer; un bateau de 240 t peut être chargé en moins d'une heure et l'ensemble des appareils du quai d'embarquement peut recevoir plus de 6000 t en douze heures.

Ce dispositif permet de charger très rapidement un bateau en déchargeant des produits déterminés dans des trémies qui se succèdent, et nécessite simplement le personnel de manœuvre des glissières (*Pl. 86, fig. 6 et 7*).

7° *Rivage aux bois de mines.* — L'espace compris entre le canal de la Deule et le bassin d'embarquement est affecté au déchargement des bateaux de bois destinés au soutènement de la mine.

8° *Mise en stock des charbons extraits.* — Au voisinage de la gare d'embarquement se trouvent de larges espaces en pente douce. Ils sont destinés à recevoir les charbons extraits par avance. Le déchargement et la reprise de ces charbons se font à la pelle sur une hauteur qui ne dépasse pas 1,80 m.

Dans ces conditions, le charbon ne s'échauffe pas et ne perd rien de sa qualité, si l'emmagasinage n'est pas de trop longue durée.

Les voies destinées à ce travail sont au nombre de deux pour chaque catégorie et simplement posées sur terre.

L'une, qui a servi au déchargement, est ripée en arrière devant le tas lorsqu'il augmente; l'autre, destinée à la reprise, est ripée contre lui lorsqu'il diminue. Les charbons disposés ainsi à terre les premiers sont également repris les premiers.

9° Des ateliers très importants de construction et d'entretien sont installés à Lens.

10° Un laboratoire parfaitement installé.

Développement et perfectionnements divers.

La Société des Mines de Lens, après des débuts pénibles, se développa rapidement comme le fait ressortir le tableau ci-contre :

ANNÉES	EXTRACTION	NOMBRE DE PUITS
1860	99 807 t	2
1870	408 234	4
1880	924 842	6
1890	2 371 505	9
1900	3 146 963	11
1903	3 228 715	14 dont 2 en fonçage
Le tonnage extrait jusqu'à 1903 est de 55 489 650 t.		

Tout en se développant d'une façon remarquable, la Société des Mines de Lens a apporté de nombreux et importants perfectionnements à l'industrie minière, tant en ce qui concerne l'exploitation qu'au point de vue mécanique de la sécurité du personnel.

Statistique des accidents.

Il n'est pas sans intérêt, à ce sujet, de faire ressortir la proportion relativement faible des accidents mortels aux Mines de Lens, résultat des précautions multiples prises par la Société en vue d'assurer à son personnel la sécurité compatible avec le genre de travail qu'il fournit.

Fond et Jour.

ANNÉES	LENS		PAS-DE-CALAIS		NORD		FRANCE	
	NOMBRE	proportion pour 1 000 ouvriers	NOMBRE	proportion pour 1 000 ouvriers	NOMBRE	proportion pour 1 000 ouvriers	NOMBRE	proportion pour 1 000 ouvriers
1893.	1	0,12	36	0,85	25	1,20	124	0,93
1894.	9	1,02	52	1,21	20	0,95	114	0,85
1895.	8	0,88	46	1,03	23	1,05	164	1,19
1896.	4	0,42	57	1,23	26	1,15	182	1,29
1897.	10	1,02	68	1,38	13	0,55	153	1,06
1898.	15	1,45	68	1,34	25	1,04	159	1,06
1899.	6	0,55	72	1,29	45	1,83	208	1,35
1900.	5	0,44	76	1,30	50	1,96	230	1,41
1901.	16	1,30	83	1,33	29	1,12	198	1,20
1902.	10	0,78	67	1,04	24	0,90	180	1,09
Moyenne décennale .	8,4	0,81	62,5	1,19	28.	1,18	172,2	1,15

Il convient d'ajouter que, pour le fond seulement, la moyenne décennale 1893-1902 n'est à Lens que de 0,64 pour 1000 ouvriers.

La plus grande partie de ces améliorations sont dues à l'initiative de notre éminent collègue M. Reumaux, dont la Société des Ingénieurs Civils de France a tout récemment voulu reconnaître la haute compétence technique en lui attribuant un des Prix Schneider.

Nous nous bornerons à citer les principales inventions et améliorations et à en décrire quelques-unes.

La Société des Mines de Lens a outillé le premier puits à grande production.

Elle a introduit et rendu pratique en France le procédé de fonçage des puits par la congélation (système Pœtsch), pour le fonçage du puits n° 10 et pour le remplacement du cuvelage du puits n° 1 lors de son élargissement.

En 1882, un travail remarquable fut exécuté à la fosse de Douvrin (n° 7) pour l'établissement d'un serrement. Une venue d'eau d'environ 300 000 hl d'eau par vingt-quatre heures fut recoupée

à 300 m de profondeur par des travaux de recherche au fond d'un beurtia intérieur (1).

Galeries et puits furent inondés rapidement; le personnel fut sauvé, mais le matériel et les chevaux furent perdus; l'épuisement par pompes ayant été jugé impraticable, M. Reumaux, alors Ingénieur en Chef, résolut d'intercepter la communication du beurtia avec le niveau de 213 m au moyen d'un serrement étanche en béton de ciment.

Pour cela un sondage fut exécuté avec précision à l'aplomb du beurtia et muni d'un revêtement étanche. Au moyen de dynamite, on fit sauter les sommiers, les tuyaux en fer, les planchages, etc., et l'on prépara le logement du béton au fond du beurtia.

Le béton de ciment fut ensuite descendu au moyen d'engins spéciaux et l'on forma un serrement de 20 m qui arrêta la venue d'eau complètement.

De nombreux appareils furent brevetés :

Par M. Reumaux :

1° Pour l'embarquement des charbons au rivage;

2° Le triage et le criblage de la houille (toiles de distribution et de nettoyage);

3° Taquets hydrauliques;

4° Enclanchements des taquets du jour avec les sonneries et les barrières d'accrochage du fond;

5° Arrêt automatique des machines d'extraction ou évite-molette Reumaux;

6° Taquets à effacement par rotation autour d'un axe excentré;

7° Fermeture anticipée des soupapes d'aspiration d'un compresseur par l'injecteur de l'eau de refroidissement;

Par M. Naissant, inspecteur du matériel:

8° Pulvérisation d'eau par l'air comprimé;

9° Appareil régularisateur d'injection d'eau dans les moteurs à air comprimé.

Par M. Dinoire, inspecteur des travaux :

Fermeture des lampes de sûreté au moyen de rivets en plomb.

(1) Ces travaux avaient rencontré au nord le calcaire carbonifère qui est très aquifère. Au midi du bassin, le calcaire carbonifère n'est pas aquifère jusqu'à ce jour.

Description d'appareils (1).

Évite-molettes système E. Reumaux.

Les appareils évite-molettes E. Reumaux appliqués aux machines d'extraction comportent un certain nombre de dispositifs produisant en marche normale, à des instants déterminés, et d'une façon automatique, sans l'intervention du mécanicien (*fig. 2*) :

1° La fermeture de la conduite de vapeur au moment où le mécanicien doit la faire normalement pour se rendre maître de sa vitesse un moment avant l'arrivée de la cage au jour;

2° Le serrage du frein, en même temps que la fermeture de la conduite de vapeur si, ayant réadmis la vapeur en trop grande quantité, la cage venait à dépasser notablement les taquets de la recette au charbon;

3° Le serrage du frein en cas de chute de pression, soit par explosion de générateur, rupture de la conduite de vapeur, ou même fuite importante.

De plus, pour une position déterminée du levier de frein;

4° Le serrage modéré du frein lors de la descente du personnel, au moment où la cage descendante arrive à peu de distance de la recette du fond;

5° Le serrage du frein par un dispositif spécial appliqué dans le cas où, lors du fonctionnement de l'obturateur, la position des cages et leur charge sont telles que le moment soit négatif.

Ces différents buts sont atteints en produisant des différences de pression sur des pistons dont les deux faces sont normalement soumises à des pressions égales.

Description d'ensemble.

Un disque de sonnerie A prenant son mouvement de rotation sur l'arbre de la machine porte des doigts qui viennent agir successivement sur des soupapes B, C, D, de forme spéciale, reliées :

1° La soupape B par la conduite 2 au fond de droite du cylindre de l'obturateur E placé sur la conduite de vapeur avant le modérateur;

(1) Ces intéressantes descriptions ont été compulsées par notre sympathique collègue, M. A. de Gennes, ex-ingénieur aux mines de Lens. P. P.

2° La soupape de frein D par la conduite 4 au-dessous du cylindre F contenant un piston qui actionne le tiroir de frein G;

3° La soupape C dite d'intensité, réglée par la conduite 3 au-dessus du cylindre H.

Une soupape I est, de plus, actionnée par le levier du modérateur L; le conduit 1 la relie au fond de gauche de l'obturateur.

Les autres branches des soupapes sont reliées à un échappement commun par les conduites 1', 2', 3', 4', 5'.

Sur la conduite de vapeur 6,6 (branchée sur la conduite générale) qui arrive au tiroir du cylindre de frein, sont intercalés un clapet M et un réservoir de vapeur K; le dessous du cylindre F est aussi relié à la conduite générale par la conduite 7 avec interposition d'un clapet N; le dessous du cylindre H servant dans le cas du fonctionnement par intensité réglée est relié par la conduite 8 à la conduite générale de vapeur pour le frein.

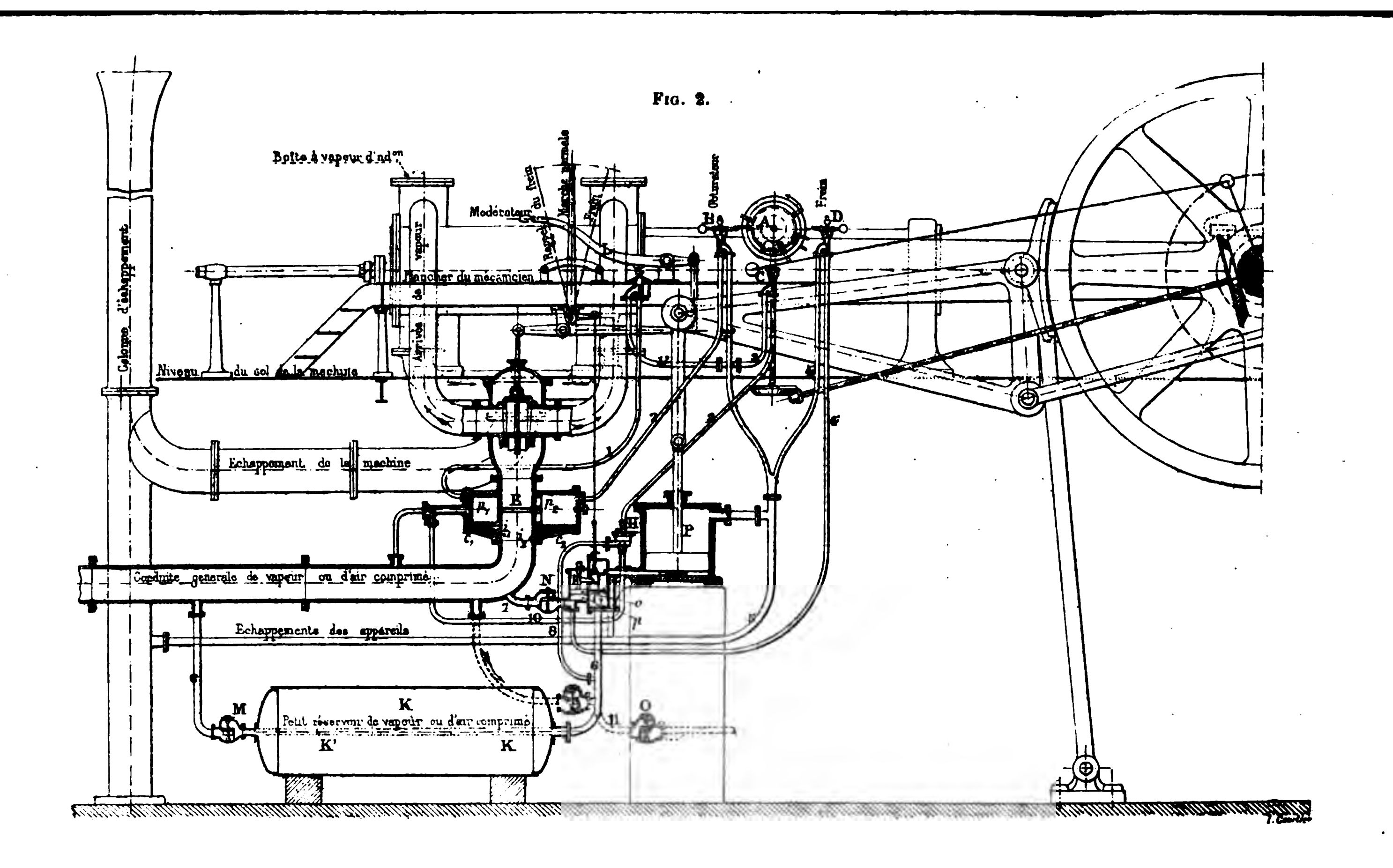
Un dispositif spécial comportant un clapet O est appliqué dans le cas où l'on a de l'air comprimé à proximité de la machine; le réservoir de vapeur est alors supprimé et remplacé par un tuyau K'.

Description des appareils.

Disque de sonnerie. — Le disque de sonnerie A est un plateau à rainures circulaires, dans lesquelles sont engagées les queues des doigts qu'une vis de pression maintient en place; ces doigts peuvent être déplacés à volonté de façon à faire varier leur position suivant les allongements ou raccourcissements du câble; la forme de chacun d'entre eux est déterminée de façon qu'ils n'attaquent que l'appareil pour lequel ils sont montés; ceux destinés aux appareils de frein et à l'obturateur sont rigides; ceux destinés à l'appareil d'intensité réglée présentent, au contraire, une extrémité mobile ne pouvant s'effacer en tournant autour d'un axe; un ressort antagoniste *r* ramène, d'ailleurs, cette extrémité en prolongement d'un diamètre du plateau, quand rien ne s'y oppose. Le disque de sonnerie est disposé pour faire trois quarts de tour environ par ascension; les huit doigts qu'il porte se décomposent en deux séries de quatre, correspondant chacune à un sens de marche de la machine.

Soupapes. — Les soupapes comportent un bâti creux en forme d'Y renversé, dans la branche verticale duquel peut se déplacer

Fig. 2.


Boîte à vapeur d'nd^on
Modérateur
Rappel du frein
Marche normale
Frein
Obturateur
Frein
B
A
D
Plancher du mécanicien
Arrivée de vapeur
Colonne d'échappement
Niveau du sol de la machine
Echappement de la machine
B
P
H
N
O
M
K
K
K'
Conduite générale de vapeur ou d'air comprimé
Echappements des appareils
Petit réservoir de vapeur ou d'air comprimé

un piston guide étanche, portant à la partie inférieure une soupape de forme tronc conique, s'ouvrant de haut en bas. Ce piston porte à sa partie supérieure un axe sur lequel sont articulés deux leviers droits ayant leur point fixe, le premier sur le bâti entre la soupape et le disque de sonnerie, le deuxième sur le bâti du côté opposé au disque.

Chacun de ces leviers est, d'ailleurs, ramené dans sa position normale aussitôt qu'il a agi, par un contrepoids en forme de gland à charge directe pour les uns, par un contrepoids excentré pour les autres; chacun de ces leviers est disposé de telle façon que l'action du doigt qui l'attaque fasse s'ouvrir la soupape, et mette ainsi le côté de l'appareil auquel elle est reliée en communication avec l'atmosphère. De plus, le contrepoids excentré maintient la soupape normalement fermée. Un trou de purge permet aux condensations de s'évacuer constamment à l'échappement et d'obtenir ainsi le fonctionnement de l'appareil aussitôt que la soupape s'est abaissée.

La soupape d'intensité réglée C présente les mêmes dispositions, sauf en ce qui concerne les leviers, qui sont soudés; une extrémité de chacun de ces leviers est placée entre deux embases rapportées sur la partie supérieure du piston et le contrepoids est remplacé par un ressort.

La soupape de rappel de l'obturateur I, actionnée par le levier du modérateur, ne comporte pas de levier : le piston est relevé normalement par un ressort.

Obturateur. — L'obturateur E comporte un tuyau en fonte en forme de croix « *a* », dont la branche horizontale formant cylindre est fermée à chaque extrémité par un couvercle, la branche verticale faisant partie de la conduite de vapeur.

Dans le cylindre peuvent se mouvoir deux pistons p_1, p_2 reliés invariablement entre eux, l'un p_1 présentant une longueur supérieure au diamètre de la conduite de vapeur, l'autre p_2 une faible longueur.

Des conduits c_1, c_2 venus de fonte avec le cylindre mettent en communication ses fonds avec la conduite de vapeur et présentent à leurs débouchés dans cette conduite des ajutages i_1 et i_2, l'un i_1 dirigé en sens inverse du courant de vapeur, l'autre i_2 dans le sens direct. Cette disposition a pour effet, la machine étant en marche, de créer derrière le petit piston p_2 une surpression, derrière le grand piston une dépression, et, par suite,

de maintenir, en temps normal, l'ensemble des deux pistons à la position d'ouverture représentée par la figure.

Si l'on vient à produire une dépression derrière le petit piston, l'ensemble se déplace vers la droite et vient occuper la position occupée par le tracé pointillé, qui laisse encore un léger passage à la vapeur. Si maintenant, on produit une dépression derrière le grand piston, l'effet inverse se produit et l'obturateur revient à la position d'ouverture de la conduite.

Adjonction à l'obturateur appliquée dans le cas où, lors de son fonctionnement, le moment est négatif. — Le long piston est, dans ce cas, prolongé par une tige cylindrique, coulissant dans un fourreau venu de fonte avec le couvercle du cylindre de l'obturateur. Ce fourreau porte à son extrémité deux tubulures, l'une en bout, l'autre latérale. La première est fermée en temps normal par une soupape appuyée par un ressort contenu dans un logement ménagé à l'extrémité de la tige.

Cette soupape, entraînée par la tige, s'ouvre en même temps que l'obturateur se ferme, son déplacement par rapport à cette tige étant limité par deux goupilles qui s'engagent dans une gorge ménagée sur la queue de la soupape; son ouverture met en rotation la conduite générale de vapeur avec le cylindre de frein P par les tuyauteries 9 et 10.

Frein. — Le frein comporte comme appareils spéciaux :

1° Un cylindre de manœuvre automatique du tiroir de cylindre de frein;

2° Un piston à soupape pour le fonctionnement par intensité réglée.

Cylindre de manœuvre automatique du tiroir du cylindre de frein F. — La boîte à vapeur G du cylindre de frein est fermée par un couvercle faisant corps avec un petit cylindre dans lequel se meut un piston *p* surmonté d'une tige *t* portant un levier horizontal *l*, qui passe à travers une ouverture du couvercle, et vient s'appuyer sur le dos du tiroir de distribution du frein. Le dessus du piston reçoit ainsi directement la pression venant de la boîte à tiroir et le dessous la reçoit par un petit trou *o* pratiqué dans le piston; l'ensemble est donc normalement en équilibre; si l'on vient à produire une dépression sous le piston, celui-ci descend entraînant le tiroir, ce qui amène le fonctionnement du frein.

Appareil de serrage d'intensité réglée H. — Un petit cylindre H contenant un piston est relié par une tubulure verticale à l'admission de vapeur au frein et par une tubulure latérale à la conduite de vapeur; le piston porte à sa partie inférieure une soupape qui, en temps normal, ferme la communication entre les deux tubulures. La soupape est maintenue fermée par un ressort à boudin, et sa course est réglée par deux vis; l'équilibre de pression est, d'ailleurs, obtenu sur les deux faces du piston par un petit trou qui le traverse. Le fond supérieur du cylindre est relié à une soupape qu'actionne le disque de sonnerie.

Fonctionnement des appareils.

La machine étant en marche, un doigt du disque de sonnerie vient attaquer le levier de la soupape B de l'obturateur, un peu avant l'instant où le mécanicien devrait fermer le modérateur; la face de droite de l'obturateur étant mise à l'échappement, celui-ci se déplace et vient intercepter en ce point la conduite de vapeur, tout en laissant cependant un passage réglé de telle façon, que la machine ne puisse être entraînée à contremarche, et que la vapeur qui pénètre dans les cylindres oppose, par sa compression, assez de résistance pour immobiliser la machine dans le cas où le mécanicien ne reprendrait pas possession de son modérateur.

L'obturateur s'étant fermé, le mécanicien, averti par la sonnerie de l'approche de la cage, ferme son modérateur pour supprimer l'arrivée de vapeur; dans ce mouvement, le levier L appuie sur la soupape I; la face de gauche de l'obturateur est mise à l'échappement, ce qui amène la réouverture.

Si, le mécanicien ayant réadmis la vapeur après le fonctionnement de l'obturateur, la cage vient à dépasser les taquets de la recette du jour d'une trop grande hauteur (0,80 m environ), il se produit un deuxième fonctionnement de l'obturateur en même temps que l'un des leviers de la soupape de frein D entre en prise avec un doigt du disque de sonnerie. Le dessous du piston F est mis en relation avec l'échappement, et ce piston vivement ramené vers le bas entraîne le tiroir du cylindre de frein, ce qui produit le serrage.

Le rappel du frein s'obtient par la manœuvre du tiroir à la main.

Pour la descente du personnel, on produit un serrage modéré

et progressif, par l'appareil à intensité réglée. La soupape C, en s'ouvrant sous l'action d'un doigt placé sur le disque de sonnerie met le dessus du cylindre H en communication avec l'échappement; le piston s'élève donc et sa levée est limitée par les vis formant butoir; la soupape portée par le piston s'ouvre, ce qui livre passage à la vapeur qui s'écoule directement en quantité réglée au cylindre de frein. Aussitôt que le doigt a abandonné la soupape C, la pression se rétablit dans l'appareil H, grâce au petit trou percé à travers le piston; le piston s'abaisse et referme la soupape; le ressort à boudin placé au-dessus aide à cette fermeture.

Cette action du frein est réglée une fois pour toutes; elle dure d'ailleurs peu, par suite de la condensation de la vapeur et ne produit qu'un serrage modéré.

La position du tiroir doit être celle représentée sur le dessin, de façon qu'il n'y ait pas de relation entre la boîte du tiroir et le cylindre de frein.

Si le moment était négatif lors du fonctionnement de l'obturateur, l'arrêt de la machine ne se produirait pas avec la disposition ordinaire, et la cage montante conserverait son mouvement ascensionnel. Le dispositif employé dans ce cas a pour but de faire agir le frein en même temps que l'obturateur se ferme; cette fermeture amenant l'ouverture de la soupape, la communication directe est établie entre la conduite générale et le frein; la soupape reste ouverte tant que l'obturateur n'est pas rappelé et le serrage continue jusqu'à bloquer la machine; si, au contraire, le mécanicien ferme le modérateur il rappelle en même temps l'obturateur et ferme par suite la soupape avant que le frein ne se soit serré, le temps écoulé n'ayant permis que le passage d'une faible quantité de vapeur.

La position du tiroir doit être naturellement la même que dans le cas précédent : descente du personnel.

Serrage automatique du frein en cas de chute brusque de pression. — Lorsqu'il se produit une chute brusque de pression, par suite de fuite importante, rupture de la conduite de vapeur ou explosion de générateur, le clapet M se ferme sous l'effet de la pression de la vapeur renfermée dans le réservoir K, et ce réservoir reste, par suite, plein de vapeur; au contraire, le clapet N placé entre la conduite générale et le cylindre de manœuvre automatique du tiroir du cylindre de frein s'ouvre et le piston placé

dans ce cylindre subit, de ce fait, une dépression à sa partie inférieure; il s'abaisse et met le tiroir à la position correspondant au serrage du frein.

Le volume du réservoir K est tel que le serrage soit assuré pendant cinq minutes au moins, ce qui laisse le temps matériel de faire le serrage à la main.

Si une conduite d'air comprimé existe au voisinage du moteur, on supprime le réservoir de vapeur qui est remplacé par une tuyauterie K′, représentée en pointillé; on branche une conduite d'air 11 sur le tuyau allant au tiroir de frein dans l'intervalle compris entre le clapet M et le tiroir. Cette conduite d'air comporte elle-même un clapet O susceptible de s'ouvrir sous l'action de la pression de l'air, mais normalement fermé par un ressort le surchargeant de 2 kg par centimètre carré. En règle générale, c'est la vapeur qui actionne le frein, mais si sa pression vient à s'abaisser suffisamment, l'air comprimé soulève le clapet O et agit aux lieu et place de la vapeur, sur laquelle il a l'avantage de maintenir le serrage aussi longtemps qu'on le veut, puisque les condensations ne sont plus à craindre.

Enclenchements des taquets hydrauliques avec les barrières du fond, des barrières du fond avec le levier de sonnerie, du levier de sonnerie avec les taquets du jour.

Ces enclenchements, destinés à assurer la sécurité, sont tels que toute manœuvre intéressant le mouvement des cages ne puisse être faite tant que les agents du jour et du fond intéressés à ces manœuvres ne sont prêts à les exécuter. Ils réalisent à cet effet les conditions suivantes *(Pl. 86, fig. 9, 10, 11, 12, 13 et 14)* :

1° Le chargeur aux cages du grand accrochage ne peut sonner pour avertir la recette du jour qu'il est prêt, que si les barrières sont fermées des deux côtés de l'accrochage;

2° Le mécanicien de la machine d'extraction ne peut mettre en marche les cages que si le chargeur aux cages du grand accrochage a déclenché les taquets du jour pour permettre au moulineur de les effacer. Ce déclenchement ne peut être fait que si les barrières du fond sont restées fermées;

3° Le chargeur aux cages du grand accrochage ne peut ouvrir son robinet de taquets pour la descente de la cage que si

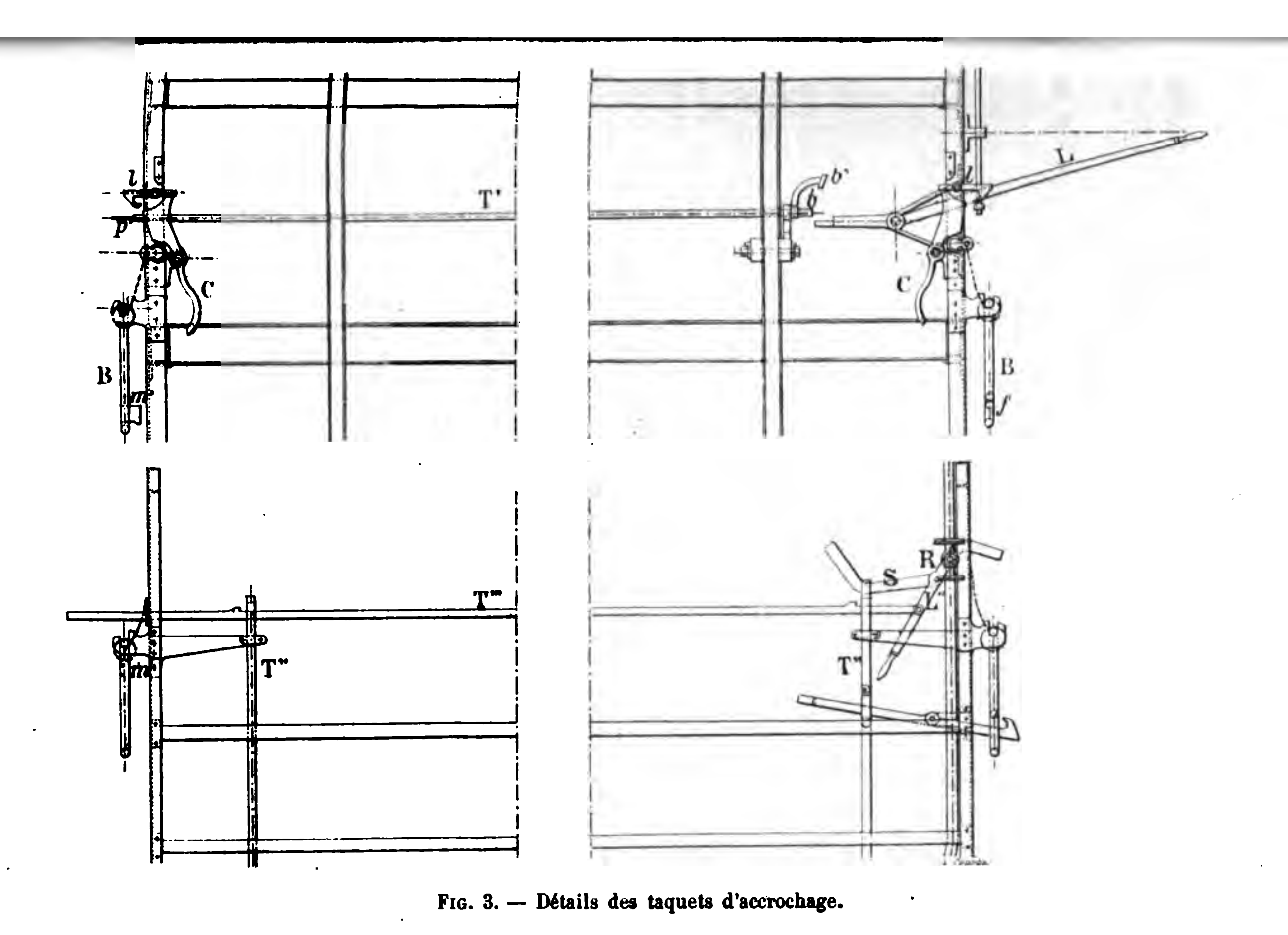


Fig. 3. — Détails des taquets d'accrochage.

la barrière côté petit accrochage est fermée et ne peut le fermer que si les taquets sont en haut de leur course de chaque côté du puits;

4° La fermeture du robinet de taquets enclenche la tête des pistons de taquets, ce qui évite la descente de la cage en cas de rupture des poches ou des tuyaux;

5° Les barrières ne peuvent être ouvertes tant que la cage ne se trouve en regard de l'accrochage, les taquets destinés à accrocher ces barrières étant alors enclenchés par des couperets.

Fonctionnement. — L'étage supérieur de la cage étant chargé, le chargeur du grand accrochage doit *(fig. 3)* :

1° *Sonner* pour avertir la recette du jour que l'encagement est terminé ; il ne le peut que si sa barrière B est fermée pour laisser libre le passage de la tige de sonnerie et si la barrière B', côté du petit accrochage, l'est également, car, lorsqu'elle est ouverte, la main *m'* se trouve en regard de la poignée *p'* de la tringle T', empêchant ainsi le chargeur aux cages de ce côté de tirer à lui ladite tringle T' pour dégager le levier de sonnerie enclenché par l'extrémité *b*;

2° *Enclencher son levier* L pour permettre au moulineur d'effacer les taquets du jour et rendre ainsi le passage de la cage descendante libre; il ne peut ouvrir sa barrière B tant que ce levier est enclenché, parce que, dans le mouvement d'ouverture, le fer *f* rencontre le levier de sonnerie L; celui du petit accrochage ne le peut non plus, car le bec *b'* de la tringle T' se présentant en regard du levier de sonnerie ne permet pas de repousser la tringle T' qui s'oppose alors à l'ouverture de la barrière;

3° *Enclencher les taquets du haut.* — A cet effet, il déclenche son levier de sonnerie L; celui-ci ne s'oppose plus à l'ouverture des barrières, mais les couperets C rendus libres dès le passage de la cage ont enclenché les loquets *l*; les barrières ne peuvent encore être accrochées; elles restent donc fermées;

4° *Fermer le robinet des taquets* R pour recevoir la cage descendante; il ne peut le faire que si les taquets sont en haut, de chaque côté, par suite de la disposition de la partie supérieure des tiges T (soulevées par les pistons de taquets) qui forme arrêt

à des butées faisant partie de la tringle de robinets T‴ tant que les taquets ne sont pas en haut de leur course.

Le levier L′, manœuvré par le chargeur aux cages côté grand accrochage, actionne directement des fourches qui glissent sur le plat de l'accrochage et, par l'intermédiaire d'une mortaise M, le levier de robinet L″. Un levier, susceptible d'être soulevé par le piston, constitue un deuxième dispositif destiné à empêcher la fermeture du robinet tant que les pistons ne sont pas à fin de course.

La cage descendante arrivant à la recette du fond efface les couperets C, ce qui rend libres les loquets *l*; le chargeur aux cages du grand accrochage peut ouvrir et accrocher sa barrière B alors que celui du petit accrochage est obligé pour pouvoir le faire de pousser la tringle T′; de ce fait, la butée *b* se présente en regard de l'extrémité du levier de sonnerie empêchant ainsi de sonner. La barrière, côté petit accrochage, porte une main *m*′ qui se présente en regard de la tringle de robinet de taquets T‴ et empêche, par suite, l'ouverture de ce robinet R. On peut décager et encager l'étage inférieur.

Si le chargeur aux cages du grand accrochage avait oublié de fermer son robinet de taquets R ou si les taquets n'étaient pas arrivés en haut de leur course, il n'aurait pu accrocher sa barrière par suite de la position de l'extrémité d'une pièce S mue par la tige T′ et articulée sur le levier de robinet L″; d'autre part, si, le robinet R étant fermé, il se produisait une rupture de poches de taquets par suite de choc violent, les fourches F enclenchant les têtes de pistons empêcheraient ceux-ci de descendre.

Un dispositif simple permet, d'ailleurs, de faire remonter les taquets, en cas de rupture des poches, dès que celles-ci ont été remplacées. Il consiste à découpler le levier ordinaire L′ qui ne pourrait être, sans cela, déplacé, puisqu'il faudrait entraîner les fourches T qui sont coincées par le poids de la cage; on agit de cette façon sur le levier de robinet L″ seul; le mécanicien de la machine d'extraction soulève un peu la cage, les taquets montent et dégagent les fourches F. On peut alors accoupler de nouveau le levier de manœuvre L′ avec le levier de robinet L″.

Le chargeur aux cages du petit accrochage, ayant terminé, accroche sa barrière B′; la main *m*′ qui s'opposait au mouvement de la tringle de robinet T‴ est, par suite, effacée, et le chargeur aux cages du grand accrochage peut manœuvrer le levier L′, ce qui déplace d'abord les fourches F, grâce à la mortaise M,

qui n'entraîne le levier de robinet L' que lorsque la tête des pistons est dégagée. Le robinet R s'ouvre et la cage descend.

La cage étant à fin de course inférieure, le moulineur du petit accrochage ouvre sa barrière B' et soulève à la main la tringle du robinet de taquets T''' pour accrocher.

On peut donc décager l'étage supérieur et encager.

La manœuvre étant terminée, les deux chargeurs aux cages ferment leurs barrières et celui du grand accrochage s'ouvre pour le voyage suivant.

Pulvérisateur d'eau par l'air comprimé *(fig. 4)*.

Cette opération se fait au moyen de busettes d'injection. L'eau nécessaire au refroidissement de l'air des compresseurs pendant la période de compression est fournie par des pompes mues par des excentriques calés sur l'arbre du compresseur. Cette eau est distribuée aux busettes d'injection par un collecteur spécial

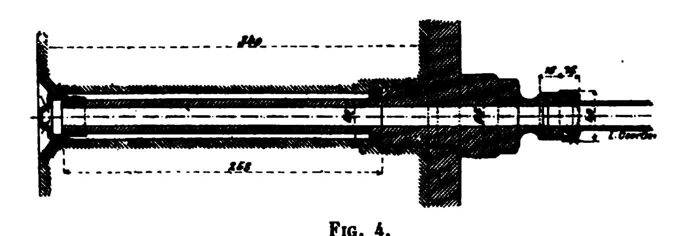


Fig. 4.

pour chaque fond; les burettes d'injection vissées dans les plateaux sont au nombre de trois par fond. Leur extrémité rapportée comporte deux séries de trous dont les axes sont, pour la première série, dirigés obliquement à l'axe de la busette, pour la deuxième série, dirigés parallèlement. L'eau refoulée au moment de la compression s'échappe en jets par ces orifices; la rencontre de ces jets amène leur pulvérisation et le mélange intime avec l'air.

Appareil d'injection d'eau, système Naissant, dans les moteurs a air comprimé, fonctionnant en détente et actionnant des pompes.

Description. — L'appareil se compose essentiellement d'un cylindre A, d'un piston B, d'un tiroir C, de deux vis D et de deux ajutages E et F *(fig. 5, 6 et 7)*.

Fonctionnement. — Le tiroir C, actionné par le mouvement du moteur, distribue dans le cylindre A l'eau qui arrive du tuyau de refoulement de la pompe par l'ajutage E. Le piston B, dont

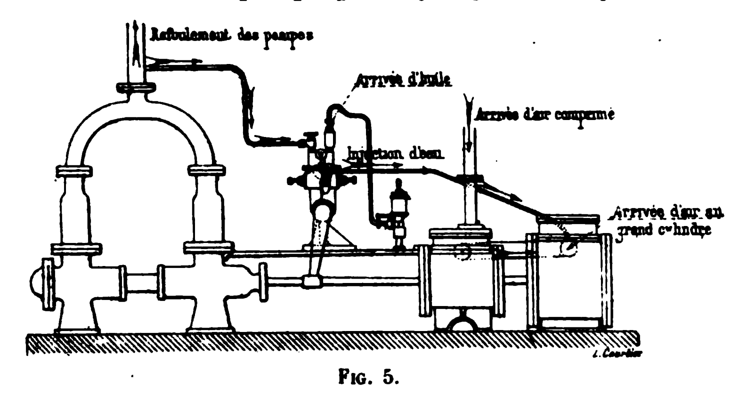


Fig. 5.

la course est limitée par les vis de réglage D, se déplace suivant le sens du mouvement et refoule l'eau par l'ajutage F dans la

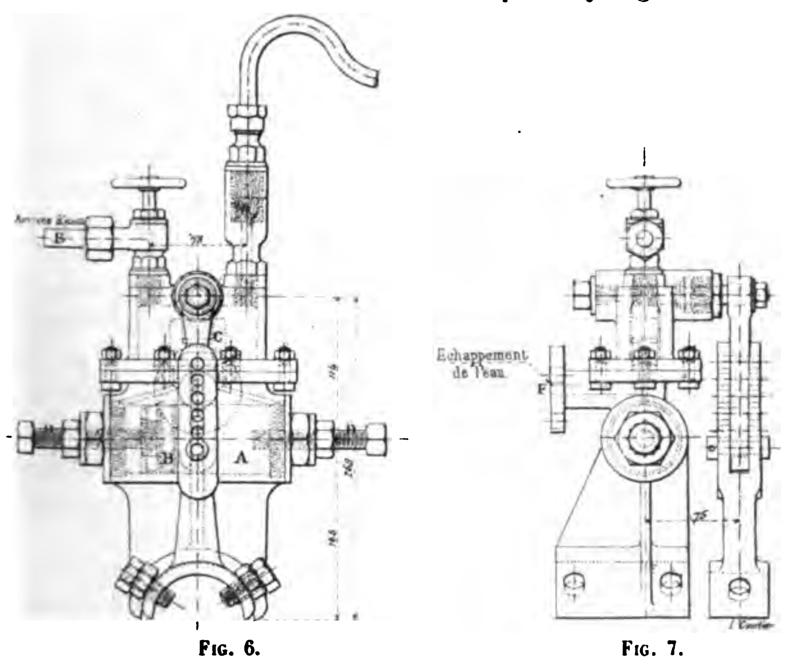


Fig. 6. Fig. 7.

boîte de distribution d'air du cylindre à basse pression ou à l'échappement du cylindre à haute pression.

L'originalité de ce dispositif réside dans le piston dont la course, réglable à volonté, permet d'injecter la quantité d'eau stricte-

ment nécessaire. Les conditions de fonctionnement les plus avantageuses sont celles où la température de l'air à l'échappement oscille entre 0 et 1 degré et, dans tous les cas, il est indispensable que la pression d'eau injectée soit d'au moins 1 kg supérieure à celle de l'air.

L'emploi de cet appareil a permis de pousser le rapport de détente à 2 sans pour cela qu'il se soit produit la moindre congélation.

Pour une pompe refoulant à 250 m, la quantité d'eau injectée a été de 1,92 0/0 du volume d'eau élevé ; il a été de 1,83 0/0 pour une pompe refoulant à 150 m et placée dans d'autres conditions.

Embarquement des charbons.

Le quai d'embarquement comporte quarante-huit trémies placées côte à côte ; ces trémies, d'une contenance de 10 t, sont fermées à la partie inférieure par une vanne verticale, et comportent, à partir du mur de quai un couloir semi-cylindrique en tôle, mobile et équilibré et portant à son extrémité un bec articulé. Un treuil placé à l'aplomb du mur de quai, permet le mouvement de la vanne, du couloir et du bec. Du côté opposé au canal courent deux voies à écartement normal, reliées de distance en distance par des jonctions. Le déchargement s'opère comme suit *(Pl. 86, fig. 6, 7 et 8)* :

La locomotive amène sur la voie la plus rapprochée des trémies un train composé au maximum de quarante-huit wagons, puis, par l'une des traversées, se rend sur la deuxième voie. Cette locomotive porte latéralement un cylindre à vapeur, dans lequel se meut un piston relié à un crochet par une chaîne attachée à sa tige ; ce crochet passe en temps normal librement, sans toucher aux caisses des wagons jusqu'au moment où la locomotive étant arrêtée le mécanicien amène le crochet sous la caisse d'un wagon dont les portes ont été préalablement ouvertes; admettant la vapeur au-dessus du piston, le crochet monte, la caisse se soulève et le charbon s'écoule dans la trémie ; il y a lieu de remarquer que les caisses des wagons ne sont pas reliées au châssis, et que, par suite, comme elles sont symétriques, on peut les décharger soit à droite, soit à gauche. La pente de la trémie et la hauteur de chute du charbon sont réduites au minimum, de façon à diminuer le bris tout en assurant l'écoulement facile de

tous les produits à charger. La caisse vidée, le mécanicien échappe la vapeur et la caisse redescend sur son châssis. Le chargement en bateaux s'effectue en ouvrant la vanne après avoir abaissé l'extrémité du couloir et mis le bec d'extrémité dans son prolongement; une partie du flanc du bateau étant chargée, le bec d'extrémité est ramené dans la position représentée sur le dessin, ce qui permet de charger l'autre flanc. Le déplacement du bec d'extrémité permet d'ailleurs de charger sur toute la largeur du bateau.

Si tous les bateaux étaient de mêmes dimensions, il serait très facile d'utiliser toutes les trémies, en attribuant un certain nombre de trémies à chacun d'eux; cela n'existant pas, un déplacement du bateau est nécessaire; il est obtenu en se servant d'anneaux placés dans le mur du quai.

Fosse n° 12. — Saint-Édouard.

Ce siège d'extraction, qui a été mis le dernier en activité, est muni de tous les perfectionnements apportés jusqu'à ce jour aux autres installations de la Société.

Il nous a paru pouvoir être indiqué comme modèle, tant au point de vue de la disposition d'ensemble des bâtiments que de l'outillage. Il nous a, de plus, paru répondre aux nécessités d'une installation réellement industrielle, créée sans dépenses de luxe exagéré *(Pl. 86, fig. 5)*.

La fosse n° 12, située sur le territoire de Loos-en-Gohelle, a été mise en exploitation en janvier 1894. Sa production, en 1903, a été de 372 000 t en charbons 3/4 gras à coke. Ce siège est situé dans la région la plus riche de la concession, et ne comporte qu'un puits.

Puits. — L'extraction se fait au niveau de 211 m.

La présence du grisou n'y a pas encore été constatée.

Le puits, cuvelé en fonte, a 4,80 m de diamètre utile.

Le guidage diamétral est établi en rails de 20 kg au mètre, reposant sur des traverses en fer I.

Les cages sont à deux étages, et contiennent huit berlines en tôle d'acier, d'une contenance de 520 kg de charbon.

Exhaure. — L'exhaure est assuré par une pompe à force centrifuge, de 125 mm de diamètre, actionnée par une turbine de Laval de 525 mm de diamètre.

Cette pompe, inventée par notre collègue, M. Sosnowski, élève 125 m^3 à l'heure, de 211 m de profondeur. Sa vitesse est de 13 000 tours à la minute (1).

Bâtiment principal, construit en briques et en fer, contient :

Au rez-de-chaussée, la lampisterie, les salles de bains, l'orifice du puits;

A l'étage intermédiaire, le bureau de l'Ingénieur et ceux des employés de la fosse, la baraque des ouvriers, la lampisterie;

Au premier étage, la machine d'extraction et la recette des charbons.

A droite et à gauche, on trouve respectivement : l'atelier de criblage, construit entièrement en fer;

Le bâtiment des générateurs, du compresseur d'air et des ventilateurs, construit en briques.

Un bâtiment secondaire, isolé du bâtiment principal, contient les ateliers de réparation, remises et écuries, dépôt de matériel, magasins.

Générateurs.— La chaufferie contient dix générateurs semi-tubulaires, de 140 m^2 de surface de chauffe chacun, timbrés à 6 kg.

L'emplacement est toutefois prévu pour quinze générateurs.

Machine d'extraction. — A bobines pour câbles plats en aloès; deux cylindres de 850 mm de diamètre et de 1,800 m de course; distribution par soupape, détente à came, variable à la volonté à la volonté du machiniste. Cette machine est munie de l'évite-molettes Reumaux.

Compresseur. — Deux cylindres à vapeur, attelés en tandem sur deux cylindres à air :

Diamètre des cylindres à vapeur . .	700 mm
Diamètre des cylindres à air	620 —
Course	1,400 m

détente variable à la main.

Un régulateur de pression étrangle l'arrivée de vapeur quand la pression de l'air augmente, et finit par la couper quand la pression atteint la limite qu'on ne veut pas dépasser.

(1) *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France*, février 1904,

L'air est refroidi par injection d'eau pulvérisée pendant la compression; à la vitesse de 45 tours par minute, le débit d'un compresseur est de 12 m³ d'air à 4,5 kg.

Ventilateurs. — L'installation comporte deux ventilateurs Rateau, de 3,40 m de diamètre, commandés chacun par un moteur à un seul cylindre, 160 mm × 600 mm, faisant 160 tours par minute.

Moulinage et accrochage. — La recette à charbon est simple; les deux étages de la cage y sont présentés successivement par le machiniste.

Elle est munie de taquets à relèvement, enclenchés par la corde de la sonnette du fond; tant que le chargeur du fond n'est pas prêt, et qu'il n'a pas sonné, les taquets sont immobilisés, et le moulineur ne peut livrer passage à la cage.

A l'accrochage du fond, les taquets hydrauliques sont enclenchés avec les barrières.

Triage. — L'atelier de triage comprend deux installations symétriques, dont chacune est desservie par un culbuteur à rotation complète et à mouvement commandé par embrayage.

Les charbons sont classés sur des grilles fixes, nettoyés sur des toiles mobiles, et conduits aux wagons par des toiles de transport et de reconstitution.

Les voies de chargement sont desservies par un chariot transbordeur actionné par un appareil à embrayage.

La force motrice est fournie à cet ensemble par un moteur à deux cylindres, 200 × 250 mm, tournant à 160 tours.

Alimentation. — L'alimentation des générateurs est assurée par des pompes, des injecteurs à vapeur vive et des injecteurs à vapeur d'échappement.

Un épurateur d'eau système Desrumeaux ramène à 8 degrés hydrotimétriques l'eau des puits alimentaires, qui titre 23.

Eclairage. — Pour le jour, une machine Armington actionne une dynamo de 110 volts, 70 ampères.

Pour le fond, c'est-à-dire pour l'éclairage des galeries d'accrochage, une machine Soho commande une dynamo de 110 volts 27 ampères.

La lampisterie des mineurs est vaste et parfaitement aménagée; les lampes employées à cette fosse sont à feu nu.

Dans les fosses grisouteuses, on utilise la lampe Museler. Des lampes à essence et électriques ont également été mises en service.

Habitations.

La Société des Mines de Lens a fait des sacrifices considérables pour loger son personnel et augmenter constamment les conditions d'hygiène et de confort de l'ouvrier.

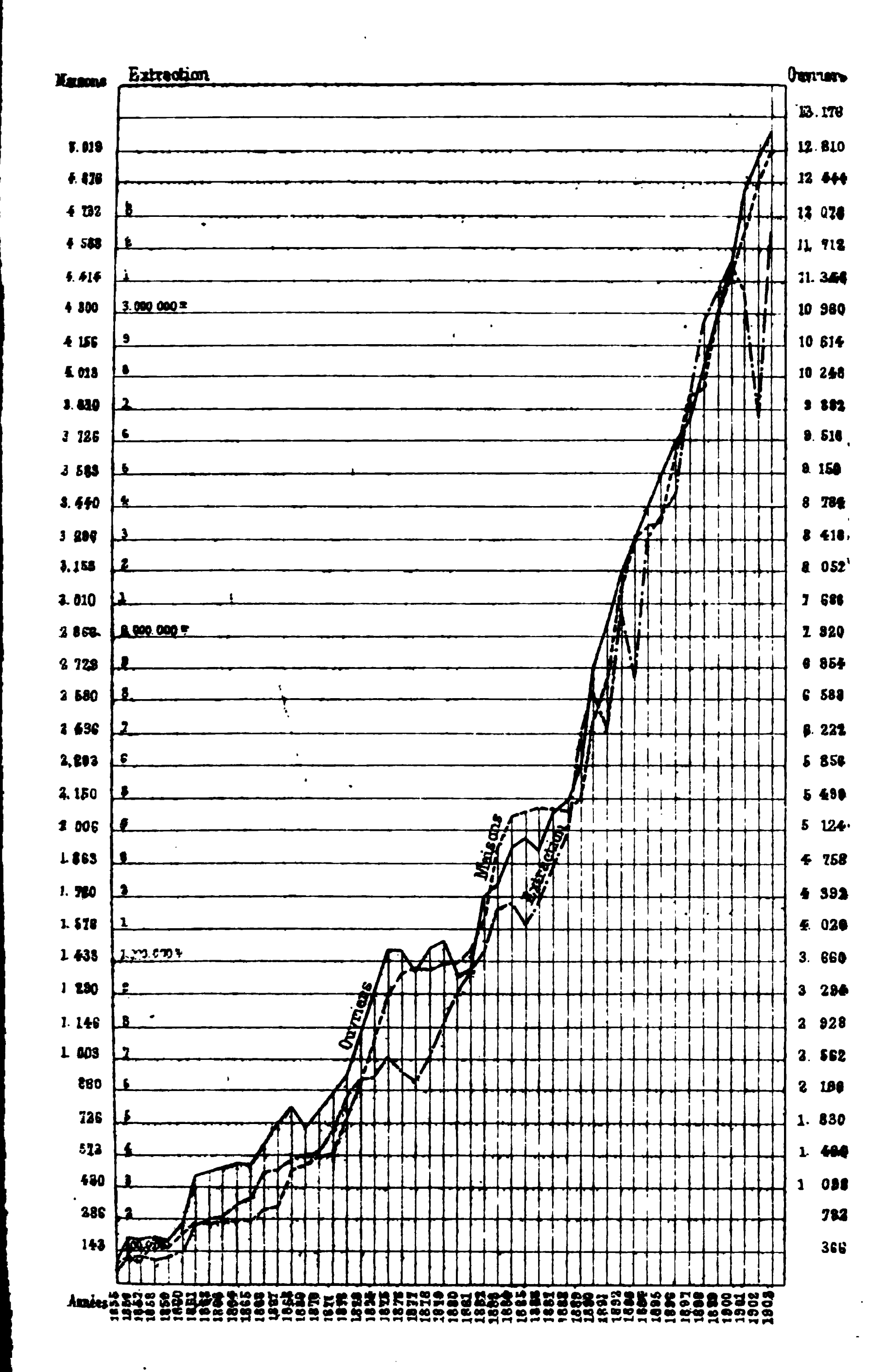
Le tableau ci-joint, fournit des indications intéressantes relativement aux nombreux types de maisons successivement adoptés.

ANNÉES	EXTRACTION TONNES	NOMBRE D'OUVRIERS			NOMBRE DE MAISONS			
		Fond	Jour	Ensemble	Habitées	Inhabitées	En construction	Ensemble
1855 . .	38 848	228	71	299	»	»	78	78
1858 . .	74 370	420	125	545	80	15	70	165
1863 . .	213 377	966	379	1 345	245	8	»	253
1868 . .	381 317	1 505	530	2 035	307	26	179	512
1873 . .	654 022	2 160	627	2 787	599	19	241	859
1878 . .	706 644	2 998	809	3 807	1 091	209	88	1 388
1883 . .	1 170 033	3 474	1 094	4 568	1 672	43	196	1 911
1888 . .	1 411 651	4 185	1 276	5 461	1 999	107	1	2 107
1893 . .	1 838 548	6 499	1 902	8 401	2 928	74	318	3 320
1898 . .	2 977 154	7 890	3 432	10 322	3 667	115	180	3 962
1903 . .	3 228 715	9 804	3 210	13 014	4 748	75	183	5 006

La Société des Mines de Lens a été amenée à créer des villages entiers pour pouvoir loger confortablement son personnel, à cause du développement énorme qu'a pris rapidement son exploitation, peu en rapport avec les ressources du pays. La Société loge une population de 22 000 âmes environ.

L'une des dernières cités construites a été celle des n[os] 11 et 12; les maisons y sont installées deux à deux et symétriques au milieu d'un enclos formant jardin d'environ 12 a par maison où sont plantés quelques arbres fruitiers.

Ces maisons sont construites en briques blanches et briques rouges et couvertes en tuiles rouges. Elles sont sous-cavées et comprennent six pièces, dont trois au rez-de-chaussée et trois


Maisons
Extraction
Ouvriers
Années
Ouvriers
Maisons
Extraction

au premier étage ; toutes ont une cour avec bûcher, cabinets et poulailler.

Ces cités sont traversées par des rues larges et plantées, et en quelques endroits de vastes places et des pelouses, agrémentées de massifs, donnent un aspect de réelle coquetterie.

Des places couvrant des surfaces considérables sont réservées aux jeux favoris des mineurs et font abondamment circuler l'air dans les cités.

Les distributions d'eau potable et de pluie y sont assurées,

	LOUÉES	EN CONSTRUCTION	TOTAL
Cité Sainte-Élisabeth . . . . Fosse N° 1.	183	2	185
— du Grand-Condé . . . . — N° 2.	476	»	476
— Saint-Amé . . . . . . — N° 3.	632	»	632
— du Moulin. . . . . . . — N° 4.	906	52	958
— d'Avion . . . . — N° 5.	132	19	151
— de Douvrin . . . . . . — N° 6.	133	»	133
— Saint-Léonard . . . . . — N° 7.	270	»	270
— Saint-Auguste . . . . . — N° 8.	510	»	510
— Jeanne d'Arc . . . . . — N° 9.	261	8	269
— de Vendin. . . . . . . — N° 10.	47	34	81
— Saint-Pierre. . . . . . —. N° 11.	606	»	606
— St-Édouard et St-Laurent — N° 12.	557	20	577
En ville	222	6	228
ENSEMBLE.	4955	141	5096

ainsi que l'écoulement des eaux et le nettoyage des rues par les soins et aux frais de la Compagnie.

Les dépenses occasionnées par la création des cités des fosses nos 3, 4, 8, 11 et 12, ont été d'autant plus importantes que l'épaisseur de terre végétale était à peine de 15 cm et qu'il a fallu y apporter des quantités considérables de terre végétale.

Le prix de location des maisons est très réduit et varie de 5 f a 7,50 f. Il ne peut naturellement rémunérer le capital immobilisé. D'autre part, les frais d'entretien sont considérables.

Le relevé ci-après donne une indication des dépenses faites pendant les douze mois de 1902-1903 :

DATES	TYPE	SURFACE	PRIX DE REVIENT	PRIX AU MÈTRE	LOYER
Maisons d'ouvriers.					
1855	1	41,60 m²	2 600 f	63,41 f	6,50 f
	2	25,50	1 800	70,60	5,50
1860	3	47,40	2 900	61,20	5,50
1866	4	30 »	2 800	93,35	5,50
1867	6	44,30	2 900	65,40	6 »
1868	7	43,60	3 100	71,10	5,50
	8	40 »	3 100	77,50	5,50
1874	11	46,40	2 860	61,65	6 »
1875	12	39,60	3 000	75,75	5,50
	14	55,80	3 200	57,35	6,55
1882	17	38,50	3 200	83,10	10 »
1883	20	44,80	2 900	64,75	5,50
	21	37,80	2 800	74,10	5,50
	22	28 »	2 900	103,60	10 »
	23	26,70	2 000	75 »	5 »
1891	27	26 »	1 700	65,40	5 »
	28	50,10	2 970	59,30	5,50
1892	29	55,90	3 900	69,76	5,50
	30	50,10	3 000	59,90	5,50
	31	28,50	2 170	75,80	5 »
	32	49,80	3 100	62,30	5,50
1893	33	28,50	2 000	70,20	5 »
1894	34	53,30	3 140	58,90	5,50
	35	53,30	3 250	61 »	5,50
	36	32 »	2 370	74,05	5 »
1896	37	53,20	3 940	74,25	5,50
1897	38	53,20	3 580	67,30	5,50
1898	39	53,20	3 765	70,80	5,50
1899	40	44,75	3 800	84,90	10 »
1902	41	64,56	4 800	74,35	6,50
1903	42 (Pour ouvriers retraités)	32,11	1 650	51,38	2 »
Maisons d'employés.					
1865	5	56 »	4 000	71,45	15 »
1868	9	49 »	4 100	83,70	15 »
1873	10	52 »	3 500	67,50	15 »
1875	13	57,60	4 200	72,95	15 »
	15	44,80	3 400	75,90	15 »
1879	16	52,80	3 700	70,10	15 »
1882	18	52,40	4 500	85,90	15 »
	19	52,40	4 300	82,10	15 »
1893	24	67,80	5 000	73,75	15 »
	25	53,30	3 900	73,20	15 »
1894	26	54,30	3 800	70 »	15 »
1902	27	63,27	7 800	123,29	15 »
1904	28	61,28	9 800	159,92	15 »

		Maisons d'employés.	Maisons d'ouvriers.
Réparations	Salaires.	21 294,26 f	57 731,62 f
	Fournitures . . .	13 813,63	36 248,76
	Charrois et divers	5 557,06	14 831,97
		40 664,95 f	108 812,35 f
	Total	149 477,30 f	

Soit, pour environ 4 800 maisons, 31 f par maison, ayant rapporté, en moyenne, 84 f de loyer (406 601,02 f).

Œuvres de prévoyance et diverses.

La Société des Mines de Lens, en plus des subventions fournies aux caisses de secours et de retraite, donne un large concours aux diverses œuvres philanthropiques et aux institutions patronales ayant pour but d'améliorer le sort de son personnel.

Caisse de Secours.

La première caisse de secours fut installée en 1860; des modifications successives y ont été apportées; elle fonctionne actuellement depuis le 1er juillet 1895, suivant les dispositions de la loi du 29 juin 1874.

Elle est en conséquence alimentée :

1° Par un prélèvement de 2 0/0 sur le salaire de chaque ouvrier ou employé, sur un salaire de 2 400 f maximum;

2° Par un versement de la Société égal à la moitié du prélèvement fait sur chaque employé ou ouvrier, soit 1 0/0;

3° Par le produit des amendes pour infractions aux règlements de la mine.

Les statuts prévoient le paiement :

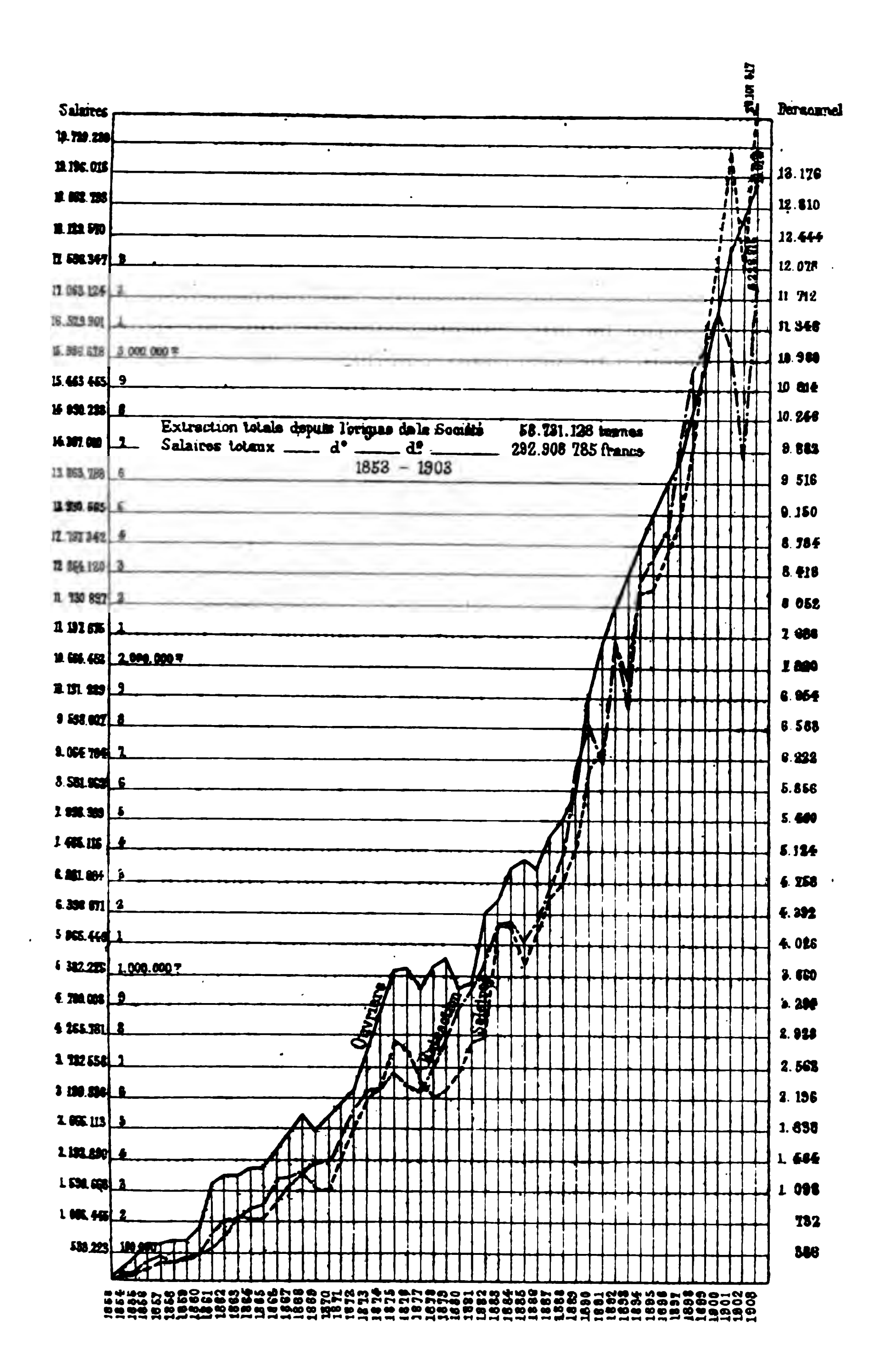
1° Des indemnités journalières aux malades;

2° Des frais médicaux, pharmaceutiques et funéraires;

3° Des secours extraordinaires;

4° Des secours aux veuves et à leurs enfants, orphelins et ascendants des membres participants décédés;

5° Des secours aux réservistes et territoriaux.



Salaires
Personnel
Extraction totale depuis l'origine de la Société 58.731.128 tonnes
Salaires totaux ___ d° ___ d° ___ 292.908 785 francs
1853 – 1903
3.000.000 F
2.000.000 F
1.000.000 F
Ouvriers
Salaires

Les réserves ne doivent pas dépasser le chiffre de recettes de six mois.

Le service médical et pharmaceutique s'étend sur quatre-vingt-neuf communes.

L'ensemble de ces communes est divisé en trois grandes circonscriptions, et chaque circonscription en dix districts.

Chaque circonscription est desservie par un médecin principal, et chaque district par un médecin ordinaire, sous les ordres du médecin principal de la circonscription.

Les intéressés ont ainsi à leur disposition un médecin traitant : celui du district, et un médecin consultant : celui de la circonscription.

Ils peuvent, en outre, recourir aux consultations du Comité médical composé des trois médecins principaux, qui se réunit à jour fixe pour cet objet et pour traiter toutes les questions qui intéressent le service médical, les épidémies, l'hygiène, etc.

Un médecin spécial traite, pour l'ensemble, les maladies des yeux.

Le nombre des médecins attachés au service de la Caisse est de vingt-deux.

Le service pharmaceutique est assuré par trente-quatre pharmaciens établis dans les districts médicaux.

Les médicaments sont délivrés sur les ordonnances des médecins, et facturés à la Caisse au prix d'un tarif commun à toutes les pharmacies.

Les statuts de cette dernière Caisse ont été, conformément à la loi, approuvés par décision ministérielle en date du 5 mars 1895, et modifiés par décisions ministérielles en date du 31 août 1895, du 2 mai 1900 et du 11 décembre 1901.

Un règlement, élaboré par le Conseil, donne en détail toute l'organisation des services.

La Caisse fonctionne dans de bonnes conditions et donne toute satisfaction aux intéressés.

Service des Blessés.

Ce service fonctionne conformément à la loi du 9 avril 1898.

La Société des Mines de Lens a modelé son service des blessés sur celui des malades de la Caisse de Secours et a, en consé-

quence, adopté la même division pour les services médicaux et pharmaceutiques, les médecins recevant naturellement une indemnité spéciale.

Caisse des Retraites.

Des secours tarifés furent versés dans certaines conditions, de 1860 à 1891, par la Caisse de Secours, et de 1891-1895 par la Société, date de l'application de la loi du 29 juin 1894, sur les Caisses de Retraites.

La Société prit un arrangement avec les ouvriers embauchés avant le 1er janvier 1895, et à partir de cette date, tous les ouvriers et employés furent titulaires d'un livret de la Caisse de Retraites.

En vertu de cette loi et conformément aux dispositions particulières de la Société, cette caisse est alimentée par un versement trimestriel de 4 0/0 des salaires, dont 2 0/0 versés par les ouvriers et 2 0/0 par la Société.

Les livrets délivrés par la Caisse Nationale des Retraites restent entre les mains de la Société qui effectue toutes les opérations de versement et ne les remet aux titulaires qu'après la liquidation de la rente acquise.

Les versements sont faits à capital aliéné et de la façon suivante :

1° Moitié du prélèvement sur le salaire au profit du mari 1 0/0 moitié au profit de la femme 1 0/0;

2° Totalité du versement fourni par la Société au profit du mari (2 0/0).

Soit 3 0/0 au profit du mari et 1 0/0 au profit de la femme.

Les versements cessent à partir de cinquante-cinq ans. Les versements à la Caisse des Retraites ne s'effectuent que sur des appointements inférieurs à 2 400 f.

En ce qui touche la retraite des employés, la Société, dès 1890, a élaboré et mis à exécution un règlement sur les retraites.

Ce règlement stipule que tout employé qui verse 3 0/0 de ses appointements à la Caisse Nationale des Retraites et qui se constitue ainsi une retraite personnelle, aura droit, après un certain nombre d'années de service, à une retraite basée sur le chiffre des émoluments, mais sans pouvoir dépasser 3000 f par an. Cette retraite, payée par la Société, est indépendante de celle

acquise par les versements personnels de l'employé à la Caisse Nationale des Retraites.

En cas de mort de l'employé, la moitié de cette retraite est reversée sur la tête de la veuve.

Conformément aux prescriptions de la loi, ce règlement a été maintenu pour les retraites acquises et celles en cours d'acquisition.

Quant aux employés commissionnés postérieurement à la date d'application de la loi, ils ne bénéficient que des versements de 4 0/0 effectués conformément à la loi.

Assurances.

La Société des Mines de Lens a pris en 1902 une nouvelle mesure de prévoyance.

Elle a obligé, à partir de cette date, tous les employés nouveaux à contracter une assurance mixte sur la vie, moyennant une prime annuelle de 120 f par an.

Elle fait elle-même à la Compagnie d'assurance le placement de la prime et retient 10 f par mois aux assurés sur leurs appointements.

L'assuré obtient ainsi, à son choix, s'il est vivant après vingt années de versement, s'il est, par exemple, âgé de cinquante ans, soit un capital de 2 933,20 f, soit un capital restreint de 1 649,45 f en restant assuré sur la vie, sans payer de nouvelles primes, pour un capital de 2 505 f payable à ses héritiers : soit une rente mensuelle de 120 f en restant assuré sur la vie, sans payer de nouvelles primes, pour un capital de 2 505 f payable à ses héritiers.

En cas de décès avant l'expiration de l'assurance, un capital de 2 505 f est payé aux héritiers de l'assuré.

Les deux tiers du personnel d'employés sont actuellement assurés.

Œuvres philanthropiques et diverses.

Plusieur sociétés coopératives de consommation sont fondées dans les cités. Ces associations se gèrent elles-mêmes. La Société des Mines de Lens n'intervient pas dans leur administration, mais elle encourage ces initiatives en donnant, pour une mo-

dique redevance de 12 f par an, la jouissance de vastes locaux qu'elle construit et dispose spécialement pour elles dans ses cités ouvrières. Ces coopératives sont très prospères et les bénéfices qu'elles distribuent entre les divers participants, après prélèvement des fonds de réserve, vont jusqu'à 15 et 20 0/0 chaque année.

La Société des Mines de Lens, dans le but d'améliorer le sort de son personnel, lui fournit, nous l'avons vu, des maisons très confortables et parfaitement aérées à des prix de location excessivement réduits.

Elle délivre en outre gratuitement le charbon à ses ouvriers, ainsi que les fournitures classiques à 4 416 enfants. Les écoles, chapelles, ouvroirs, asiles, etc., sont également construits et entretenus par la Société.

Récemment la Société a créé, dans plusieurs de ses cités, l'œuvre de la Goutte de Lait et de la consultation des nourissons, sous le contrôle du Service médical des Mines. Les résultats sont, parait-il, des plus concluants et satisfaisants.

Afin de donner à son personnel les distractions morales qui lui sont nécessaires, et l'attacher à la Mine, la Société subventionne de nombreuses Sociétés musicales, chorales, fanfares, archers.

Enfin, le tableau ci-après fait ressortir la progression constante des salaires, qui ont augmenté en même temps que les conditions de travail s'améliorent.

SALAIRE ANNUEL	OUVRIERS A LA VEINE (AIDES COMPRIS)	OUVRIERS DE TOUTE CATÉGORIE DU FOND
	f	f
Exercice : 1869-1870. . .	1 199,18	1 072,95
» 1879-1880. . .	1 409,07	1 124,32
» 1889-1890. . .	1 763,51	1 291,77
» 1894-1895. . .	1 625,71	1 301,60
» 1895-1896. . .	1 693,40	1 338,43
» 1896-1897. . .	1 723,13	1 355,10
» 1897-1898. . .	1 756,76	1 392,61
» 1898-1899. . .	1 847,36	1 470,66
» 1899-1900. . .	1 915,68	1 528,19
» 1900-1901. . .	2 076,09	1 646.02
» 1901-1902. . .	2 054,65	1 596,20

Cette note, quoique bien incomplète, permettra à nos Collègues qui n'ont pu visiter les belles installations de la Compagnie des Mines de Lens, de se rendre compte du développement vraiment remarquable pris par cette Société, ainsi que de l'importance des principales améliorations qu'elle a apportées dans l'art de l'exploitation des mines.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre éminent Collègue, M. Reumaux, directeur général des Mines de Lens, des intéressants documentsqu 'il a bien voulu mettre si aimablement à notre disposition (1).

(1) Publication du Comité des Houillères de France (55, rue de Châteaudun). Statistique. — Rapport des Ingénieurs des Mines aux Conseils Généraux sur la situation des mines et de la métallurgie.

Bulletin de l'Industrie minérale, année 1889 : *Matériel des houillères*, par M. Reumaux, p. 373 ; *Congrès des Mines et de la Métallurgie ; Questions se rapportant à la descente et à la circulation des ouvriers mineurs*, spécialement *Question des parachutes et des recettes*, p. 733.

TABLE DES MATIÈRES

CHRONIQUE

N° 297.

SOMMAIRE. — Essai d'un moteur à vapeur. — Production de l'électricité par les forces hydrauliques. — Les locomotives américaines depuis quarante ans. — Le port de Londres et le barrage de la Tamise. — Action de l'air comme lubrifiant.

Essai d'un moteur à vapeur. — La question si pleine d'actualité de la concurrence que les moteurs à gaz et les turbines à vapeur font à la machine à vapeur à mouvement alternatif donne un intérêt particulier à un mémoire lu tout récemment devant l'*Institution of Mechanical Engineers*, par M. E. G. Hiller, de Manchester, sur les essais d'une installation de force motrice faite en vue d'obtenir les résultats les plus économiques au point de vue commercial. L'introduction de cette dernière expression signifie qu'on n'a pas eu seulement pour objet de réduire au minimum le poids de vapeur employé pour produire un cheval indiqué par heure, mais de réaliser cette unité de puissance avec la moindre dépense possible en faisant entrer en ligne de compte, le capital d'établissement et toutes les dépenses d'entretien et de service. Il nous a paru intéressant de donner un résumé de ce travail à titre de document relatif au coût de la force motrice.

Il y a actuellement un an à peu près que cette installation fonctionne dans une fabrique de Bessbrook. Elle a été faite d'après des études générales et des spécifications dressées par le bureau consultatif de la National Boiler and General Insurance Company.

L'emplacement le plus favorable pour le nouveau moteur a paru être sur un côté de l'usine, à une assez grande distance du bâtiment actuel des chaudières, de sorte qu'on a été amené à avoir une conduite de vapeur d'une longueur exceptionnelle. On a dû tenir compte du prix élevé du combustible à Bessbrook, prix qui ne peut pas être évalué à moins de 20 f la tonne, et aussi de la nécessité de réduire au minimum les chances d'avaries, la fabrique se trouvant isolée et à une distance considérable d'une localité où on puisse trouver des ateliers de réparation ou même des ouvriers capables pour des travaux de ce genre.

On décida de prendre un moteur d'une puissance suffisante pour permettre un développement ultérieur important de l'usine. Ce moteur a été établi pour donner en travail régulier, au besoin, au moins 1 500 ch sans que les conditions économiques du travail se trouvent modifiées. L'appareil évaporatoire se compose de trois chaudières Lancashire de 2,44 m de diamètre et 9,15 m de longueur, marchant à 11,5 kg, dont deux fonctionnent simultanément, la troisième étant en réserve; un économiseur Green à 224 tubes; trois surchauffeurs de Musgrave et Dixon, un pour chaque chaudière, de 20 m² de surface chacun, des conduites de vapeur de 0,253 m de diamètre et des conduites d'alimentation de

101 mm de diamètre et une pompe alimentaire Weir. Le moteur est une machine compound à deux cylindres actionnant des manivelles calées à 90 degrés l'une de l'autre, type désigné, comme on sait, en Angleterre, par l'expression de *cross compound*. Les cylindres ont 0,632 et 1,316 m de diamètre et 1,525 de course, l'arbre du volant tourne à 65 tours par minute, ce qui correspond à une vitesse moyenne des pistons de 3,304 m par seconde. La condensation se fait par injection. L'eau d'alimentation est prise dans la bâche du condenseur, est refoulée par la pompe dans l'économiseur et de là passe aux chaudières. La vapeur produite dans les générateurs traverse les surchauffeurs avant d'entrer dans la conduite générale qui l'amène à la machine.

Les cylindres n'ont pas d'enveloppe de vapeur, mais le receiver placé entre les deux cylindres est réchauffé par de la vapeur.

Trois essais faits sur cette installation ont donné les résultats suivants :

	Numéros des essais		
	1	2	3
Calories par cheval-heure	3 239	3 256	3 342
Rendement thermique	19,6	19,5	19
Vapeur par cheval indiqué et par heure	5,03	5,09	5,26
Combustible par cheval indiqué et par heure	0,67	0,65	—

Dans le calcul des résultats ci-dessus, on a pris 0,6 pour coefficient de capacité calorifique pour la vapeur surchauffée.

La consommation moyenne de combustible par semaine, pour la période comprise entre le 20 juin et le 26 septembre et faisant quatorze semaines de travail a été de 42,2 t anglaises, soit 42 830 kg. Ce chiffre correspond d'une manière satisfaisante avec les résultats d'essais donnés plus haut, comme on le voit ici :

Combustible dépensé pour le travail à raison de 55 heures par semaine, 0,67 kg par cheval indiqué et par heure et en travail moyen de 981 ch	36 134 kg
Combustible pour l'entretien des feux	6 700
TOTAL	42 834 kg

Le chiffre de 6 700 kg employé à l'entretien des feux n'est pas excessif, si on considère qu'on laisse éteindre les foyers seulement à la fin de chaque semaine.

La fourniture entière du matériel a fait l'objet d'un marché général, mais ce marché contient néanmoins la division suivante :

Machine à vapeur	146 875 f
Trois chaudières	46 000
Tuyautage de vapeur et d'alimentation, pompe, etc.	21 625
Économiseur et ses accessoires	9 900
Trois surchauffeurs de vapeur	8 800
Pont roulant et divers	8 300
TOTAL	241 500 f

Il faut ajouter à ce qui précède une somme de 68 500 f pour modifications aux transmissions des ateliers. Cette somme représente une proportion assez élevée de la dépense totale, mais l'expérience a montré que cette modification avait eu une influence très heureuse sur la marche des ateliers et la bonne utilisation de la force développée par le moteur et qu'en somme on avait fait une dépense avantageuse par les résultats obtenus.

Le coût d'un bâtiment construit en granit pour recevoir la machine et les modifications apportées à celui des chaudières se sont élevées à un total de 125 000 f de sorte que la dépense totale, y compris une prime payée aux constructeurs de la machine, peut être évaluée au chiffre de 450 000 f.

Un examen comparatif fait par la Société propriétaire de la fabrique a fait voir que la nouvelle installation et les modifications qui en ont été la conséquence se sont traduites par une réduction des dépenses annuelles de 75 000 f. Cette réduction considérable constitue une justification des dispositions adoptées, mais il est intéressant de faire voir qu'elle n'est pas amenée seulement par la réduction de la consommation de combustible du moteur, mais a d'autres causes également importantes. En effet, on peut évaluer la réduction de la dépense de combustible à 2 000 t à 20 f la tonne, soit 40 000 f; la réduction de la main-d'œuvre pour le service des chaudières, à 1 800 f; la réduction de la main-d'œuvre pour les réparations des transmissions, à 3 750 f; l'économie sur le graissage et les matières diverses, 3 875 f; économie sur les réparations, 6 250 f; économie représentée par la marche plus régulière des ateliers, 16 750 f et enfin économie due à la réduction de l'emplacement occupé par le nouveau moteur, emplacement qu'on a pu affecter à de nouveaux métiers, 2 500 f.

La décomposition du coût du cheval indiqué heure, en comptant 2 800 heures de travail par an, s'établit comme suit :

	Coût annuel total	Coût par cheval-heure en centimes
Combustible 2 000 t à 20 f la tonne	40 000 f	1,4
Main-d'œuvre pour la chauffe	3 000	0,1
— pour moteur et transmissions	3 000	0,1
Graissage et divers	2 750	0,1
Entretien, réparation et assurance	2 750	0,1
Eau (aucune dépense)	—	—
Total	51 500 f	1,8

Pour un travail de 1 000 ch indiqués, la dépense annuelle par cheval ressort à 51,50 f.

Si le prix du combustible était descendu à 10 f par tonne, comme dans beaucoup de localités en Angleterre, le total des dépenses annuelles aurait été réduit à 31 500 f et le prix du cheval indiqué à 31,50 par an

ou 0,011 f par heure, chiffre assurément très réduit. Il faut toutefois remarquer que dans les chiffres ci-dessus ne figure ni intérêt, ni amortissement.

La pratique actuelle montre qu'on n'est pas d'accord sur la pression la plus avantageuse à adopter pour un fonctionnement économique. Dans certains cas on va jusqu'à 14 kg pour des machines à triple expansion avec ou sans enveloppes de vapeur aux cylindres.

Les résultats obtenus sur la machine de Bessbrook que nous venons de rapporter, semblent indiquer qu'il n'est pas nécessaire de recourir à l'emploi assujettissant et compliqué de moteurs à trois cylindres avec enveloppes de vapeur, puisqu'une simple machine compound à deux cylindres, sans enveloppes, a permis de réduire la dépense de vapeur à un taux extrêmement faible.

Il peut être intéressant de modifier les résultats obtenus ci-dessus en y introduisant le facteur intérêt et amortissement pour rendre ces chiffres comparables avec d'autres qu'on rencontre fréquemment. Si on compte 10 0/0 de ce chef sur les 250 000 f qui représentent en nombre rond le coût de la partie mécanique de l'installation, c'est 25 000 f par an qui porteront la dépense totale à 76 500 f. ou 76,50 f par cheval-an, soit 2,7 centimes par cheval-heure. Dans la Chronique de novembre 1903, page 576, nous donnions des chiffres extraits d'un rapport de MM. Goerich, E. Zuber et C. de Lacroix à la *Société industrielle de Mulhouse*, chiffres qui, pour une machine de 1 000 ch donnaient un prix de revient de 111 f par cheval-an. La différence s'explique par la plus grande consommation de combustible 0,80 kg au lieu de 0,67, le prix plus élevé de ce combustible 23,50 f la tonne au lieu de 20 et aussi par la durée plus longue du travail annuel 3 300 heures au lieu de 2 800. Somme toute, nous croyons que les résultats obtenus sur la machine de Bessbrook sont très acceptables.

Production de l'électricité par les forces hydrauliques. — Nous donnons ici quelques renseignements intéressants sur la question de la production de l'électricité par les forces hydrauliques contenus dans une communication de M. A. Campbell Swinton présentée à la réunion de l'Association Britannique, section du génie civil, à Cambridge, en août dernier.

On peut estimer aux chiffres suivants, la force obtenue des chutes d'eau pour la production du courant électrique dans les principaux pays du monde : États-Unis, 527 000 ch ; Canada, 228 000 ; Mexique, 18 000 ; Venezuela, 1 200 ; Brésil, 800 ; Japon, 3 500 ; Suisse, 133 000 ; France, 162 000 ; Allemagne, 81 000 ; Autriche, 16 000 ; Suède, 71 000 ; Russie, 10 000 ; Italie, 210 000 ; Inde, 7 000 ; Afrique méridionale, 2 100 ; Grande-Bretagne, 12 000 ; soit un total de 1 500 000 ch en nombre rond. On peut admettre raisonnablement que le total réel de la production de l'électricité par les forces hydrauliques dans le monde entier à l'heure actuelle correspond à environ 2 millions de chevaux, ce qui représente le double environ du travail produit par la vapeur, pour le même objet, dans la Grande Bretagne et l'Irlande.

Dans les Iles Britanniques, la seule installation hydro-électrique im-

portante actuellement en service est celle de la British Aluminium C°, à Foyers. Elle fonctionne depuis 1896 et le courant produit est entièrement consacré à des opérations électro-chimiques, et surtout à la production de l'aluminium. Le travail développé est actuellement de 7 000 ch, mais il atteindra très prochainement le chiffre de 9 000, par la mise en service de nouveaux moteurs de 2 000 ch.

Une autre installation intéressante de grandes dimensions est établie dans le Pays de Galles par la North Wales Electric Power C°, qui a obtenu du Parlement les pouvoirs nécessaires pour son établissement. La première de ces usines, déjà construite, utilise les eaux du lac Llidaw ; ce lac, qui est lui-même alimenté par le lac Glaslyn, a une superficie de 50 ha, son bassin reçoit les plus fortes pluies qu'on rencontre en Europe, soit 4,50 m de hauteur par an. On a, au moyen d'un barrage de 30 m de longueur, relevé le niveau du lac de 6 m. On prend l'eau par un tunnel de 180 m de longueur. Le volume emmagasiné représente 90 jours de marche. La chute utilisée est de 345 m et le travail réalisable de 8 200 ch, en comptant 9 heures par jour. On a d'abord installé deux conduites en tôle d'acier alimentant quatre groupes électrogènes de 1 000 kilowatts, comprenant chacun une double roue tangentielle accouplée à un alternateur triphasé donnant un courant de 11 000 volts à 40 périodes par seconde.

La même Société a également acquis une chute d'eau à Llyn Eigiao, dans la vallée de Conway, la hauteur utilisable est évaluée à 250 m et on pense obtenir une force double de celle qu'on a réalisée à Llyn Llydaw. Un des objets principaux que la North Wales Electric C° a en vue de réaliser dès que ses installations seront achevées est la traction sur un certain nombre de chemins de fer secondaires qu'elle possède dans les environs. Elle se propose, en outre, de fournir le courant électrique sur une vaste étendue comprenant la totalité des comtés de Carnarvon, de Merioneth et d'Anglesey et une partie de celui de Denbigh. On emploiera des courants triphasés transmis par des fils de cuivre de 8 mm de diamètre portés sur des poteaux en bois.

En Écosse, on s'occupe d'un vaste projet utilisant les eaux du Loch Sloy situé à une dizaine de kilomètres au nord de Tarbet, entre le Loch Long et le Loch Lomond. Le Loch Slog, qui est à 225 m environ au-dessus du Loch Lomond est dans une partie où la chute annuelle de pluie atteint 1,80 m ; on peut en utiliser 1,50 m. Avec un barrage établi à l'extrémité orientale de ce lac, on pourrait relever son niveau de 18 m environ et emmagasiner un volume de 70 millions de mètres cubes qui, avec une chute de 210 m aboutissant au Loch Lomond, permettraient d'obtenir 6 000 ch pendant la période la plus chargée qu'on peut estimer à cent jours par an. L'eau du lac serait amenée par un canal ouvert de 3 300 m de longueur jusqu'à un point placé au-dessus de l'emplacement choisi pour le bâtiment des machines au bord du Loch Lomond. De l'extrémité du canal, l'eau arriverait dans une conduite en tôle d'acier de 550 m de longueur donnent une différence de niveau de 210 m. Le courant produit dans la station à la tension de 10 000 volts serait transmis par une double ligne aérienne dans les districts industriels du Vale of Leven et de la Clyde qui comprennent les villes de Dumbarton, d'He-

lensburgh, de Renton, etc., qui contiennent des chantiers de construction navale, des fabriques de machines, des teintureries et ateliers d'impression, et autres établissements industriels dont beaucoup ont déjà manifesté le désir de recevoir le courant électrique. On croit que la dépense pour mettre ce projet à exécution ne dépasserait pas 5 millions de francs.

Les locomotives américaines depuis quarante ans. — M. W. H. Lewis, dans son discours d'installation à la présidence de la Master Mechanic's Association est entré dans d'intéressants détails sur l'accroissement considérable de dimensions et de puissance que les locomotives des États-Unis ont éprouvé depuis une quarantaine d'années (exactement depuis 1868). Les indications qui suivent donnent la meilleure idée de cet accroissement.

En 1868, les plus fortes locomotives américaines à voyageurs avaient des cylindres de 405 × 610 avec des roues motrices de 1,520 m de diamètre, l'effort de traction s'élevant à 3 650 kg ; les chaudières avaient 1,160 m de diamètre, la surface de grille était de 1,40 m^2 et la surface de chauffe de 84. Le poids ne dépassait pas 27 000 kg dont 17 000 utilisables pour l'adhérence. Ces machines étaient considérées à l'époque comme puissantes.

On peut mettre en comparaison la locomotive à voyageurs d'aujourd'hui avec ses cylindres de 557 × 711, ses roues de 2.024 m, qui donne un effort de traction de 13 500 kg ; sa chaudière a 1 771 m de diamètre et supporte une pression de 15,5 kg par centimètre carré, la surface de grille atteint 5 m^2, et la surface de chauffe 372. La machine pèse en service 100 000 kg en nombre rond, dont 64 000 sur les roues motrices.

On peut encore citer la plus récente locomotive à marchandises, du type compound articulé Mallet, avec ses cylindres de 508 et 813 de diamètre et 813 de course, ses douze roues toutes motrices ou accouplées de 1,422 m de diamètre, sa chaudière de 2,133 de diamètre travaillant à 16,5 kg ; la surface de grille est de 6,72 et la surface de chauffe atteint la valeur sans précédent de 520 m^2. L'effort de traction a la marche directe est de 32 000 kg et peut être encore augmenté par l'introduction de vapeur vive en réservoir intermédiaire et la mise en communication de ce dernier avec l'atmosphère. Le poids de la machine en service est de 151 500 kg entièrement utilisé pour l'adhérence.

Si on compare la machine de 1868 avec les machines actuelles, on constate que la pression de la chaudière s'est accrue de 120 0/0, le diamètre du corps cylindrique de 52 0/0, la charge sur les roues motrices de 272 et le poids total de 250. Comme exemple de progrès réalisés depuis sept ans, on peut citer les machines du Norfolk and Western R. R. dont l'exemple peut être pris comme renseignement exact sur les conditions moyennes des chemins de fer américains. Sur cette ligne, le nombre des locomotives s'est accru depuis sept ans de 37 0/0 et l'effort total de traction de 79, ce qui donne une augmentation de 30,7 0/0 par machine. Pendant cette période, le tonnage kilométrique des marchandises a augmenté de 86,7 0/0, et celui d'une machine de 35,2. Le tonnage en marchandises, par unité d'effort de traction, s'est accru de 4,23 0/0 et

le parcours kilométrique des machines à marchandises de 55, de sorte que le parcours annuel de chaque machine a augmenté de 13,18 0/0.

La consommation de combustible, pour 1000 t, transportées à l'unité de distance, a diminué de 4.09 0/0. Le coût des réparations pour l'unité de distance, pour les machines à marchandises, a augmenté seulement de 2 0/0 alors que ce coût rapporté à la tonne a diminué de 15 0/0.

Le parcours total des trains de marchandises s'est accru de 23,6 0/0 et le tonnage par train de 51. Le poids remorqué par machine s'est augmenté de 21 0/0. Ces chiffres font voir que, pendant que le chargement moyen d'un train passait de 100 à 151, le coût des réparations des machines rapportées à l'unité de poids et de distance était réduit de 100 à 85.

Ces résultats montrent clairement les conséquences économiques de l'accroissement de puissance que les locomotives ont éprouvé dans la période indiquée ci-dessus et surtout dans ces dernières années.

Le port de Londres et le barrage de la Tamise. — On sait qu'on se préoccupe, en Angleterre, de la décroissance du port de Londres, et des moyens à employer pour y remédier. nt'

La Chambre des Communes est actuelleme sé dq d'un bill en vue de remédier à quelques-uns des inconvénient nents, se plaint; mais ce bill est déjà l'objet de nombreux amender n moins de soixante-dix pétitions en ont demandé le rejet en dragaf

Les travaux proposés consistent surtout t approfondissements. e jour; il

En même temps, un autre projet voit l able de la iste à convertir en un immense bassin une partie navig n travers aise, d'environ 65 km de longueur, par la construction, e vannes. uve, d'un barrage muni d'écluses de navigation et de 305 m de l révoit quatre écluses, de 91,50 m, 152,50 m, 215,50 m et eur; leur largeur varierait de 24,40 m à 30,50 m. ine des rives,

Ce barrage partirait de Gravesend sur l'ı le passerait sur aboutir à Chadwell, sur l'autre. Une voie carrossab ans le corps mên barrage, et un tunnel pour voies ferrées serait établi d ette entreprise se l'ouvrage. Le capital nécessaire à la réalisation de c ué à 91,5 millions de 125 millions de francs. Le barrage seul est éva le 7,5 centimes par on compris les indemnités et imprévus. Un droit d du capital engagé; ne à la traversée du barrage, paierait les intérêt vigation serait compens stime que ce droit additionnel prélevé sur la na roits de port et des autr a plupart du temps, par une diminution des d t sans interruption de la dépenses.

Les travaux, qui s'exécuteraien vigation, auraient une durée de trois ans. utorités qui administrent

Ce projet est combattu par les a ité technique de la constru Tamise. On ne met pas en doute la possib autorité dans la matière insi n de ce barrage, mais des hommes faisan e volume du flot, et sur l'utili tent sur la nécessité de ne pas réduire ter; les partisans du barrage té qu'il y aurait, au contraire, à l'augmer urants de flot et de jusant font remarquer que les avantages des c envasements ne sont pas ont été fortement exagérés; à leur avis, de et son accumulation en s à craindre.

Le débit propre de la rivièr arrière du bar-

rage produiraient des chasses utiles à l'aval. Dans la partie supérieure de la Tamise, où, depuis longtemps, il existe de nombreux barrages, aucun envasement ne s'est produit. On s'exagère, disent les partisans du barrage, les avantages de l'oscillation de la marée, au point de vue du curage des cours d'eau; c'est plutôt une fiction qu'une réalité, et, pour une rivière à eaux pures, cette oscillation est plutôt désavantageuse, car chaque jour, dans la Tamise, pendant deux périodes d'une durée de cinq heures chacune, la montée du flot s'oppose à l'écoulement des eaux supérieures.

Les mêmes partisans du barrage en présentent les avantages comme suit :

1° Les marées seraient arrêtées au barrage;

2° La rivière serait transformée en un lac fort étendu, ayant de nombreux affluents;

3° Un léger courant vers l'aval existerait à toute heure du jour;

4° Le niveau du lac pourrait être réglé à volonté;

5° L'eau du lac serait pure;

6° On obtiendrait, sans dragages, une profondeur d'eau variant de 19,90 m à Gravesend, à 9,75 m au pont de Londres;

7° Les navires calant 9,15 m pourraient, à toute heure du jour ou de la nuit, atteindre le pont de Londres, sans être soumis au jeu de la marée;

8° Les navires de tout tonnage pourraient s'amarrer en n'importe quel endroit de la rivière, et se maintenir constamment au même niveau, ce qui constitue un avantage sérieux pour les opérations de chargement et de déchargement;

9° Les docks pourraient rester en libre communication avec la rivière, ce qui économiserait beaucoup de temps et d'argent. La London and India Docks C° évalue à 1 250 000 f par an les frais de manœuvre des écluses d'entrée de ses bassins;

10° Il n'y aurait aucun apport de vase dans les bassins;

11° Les marées exceptionnelles, étant retenues au barrage, ne pourraient plus inonder les rives, comme cela se produit parfois aujourd'hui;

12° Les frais de remorquage, de dragage, d'entretien des talus, des quais, etc., seraient notablement réduits;

13° La sécurité de la navigation serait mieux assurée, la plupart des accidents étant dus aux courants de marée;

14° Londres posséderait un lac d'eau douce de 72 km de longueur et 400 à 800 m de largeur, dont les avantages seraient hautement appréciés par les amateurs de sport nautique et de pêche, et sur lequel pourraient s'établir des services réguliers de navigation.

Enfin, un autre avantage du barrage serait la création d'une grande réserve d'eau pour les besoins toujours croissants de la ville de Londres. Dès à présent, les deux tiers de l'eau consommée sont empruntés à la Tamise; et c'est à cette rivière, ou à des sources situées à une grande distance qu'il faudra demander le cube d'eau supplémentaire nécessaire aux besoins de l'avenir.

Si la Tamise était barrée, et tous les produits du sewage amenés à l'aval de Gravesend, on disposerait d'un lac d'eau pure qui constituerait un puissant réservoir pour l'alimentation de la grande métropole.

La prise d'eau pourrait se faire à l'amont de Londres, ou même à l'amont de Teddington, comme actuellement.

Ces renseignements sont extraits de la revue *Public Works* par les *Annales des Travaux Publics, de Belgique*, où nous les trouvons.

Action de l'air comme lubrifiant. — Nous trouvons, dans l'*Engineering Review*, les renseignements suivants, que cette publication reproduit du journal *Machinery*, sur une expérience intéressante relative au rôle de l'air comme lubrifiant. On savait déjà que des substances autres que les matières grasses, l'eau par exemple, pouvaient servir à réduire le frottement des parties en contact et en mouvement l'une par rapport à l'autre.

L'expérience a été faite au Worcester Polytecnic avec un appareil composé d'un support en fonte présentant une ouverture cylindrique fermée à une extrémité. On y place un cylindre représentant un tourillon. Les parties intérieures du support et extérieures du tourillon sont ajustées de telle sorte qu'il règne entre les deux pièces un intervalle annulaire de 0,004 mm. Le tourillon a 152 mm de diamètre, et 158 mm de longueur. il est en acier, et pèse 23 kg. L'extrémité fermée du support est percée d'un trou avec bouchon pour laisser échapper l'air lorsqu'on entre le tourillon; on enfonce celui-ci jusqu'à 19 mm du fond, et on ferme l'orifice. On peut faire tourner le cylindre mobile à la main au moyen d'une transmission qui permet de lui donner des vitesses plus ou moins considérables.

Le support porte des trous aboutissant à la cavité intérieure, sur l'un ou l'autre desquels on peut ajuster un manomètre à mercure, et une sonnerie électrique est installée dans un circuit réunissant le support et le tourillon.

Au repos, ce dernier porte sur le support par les arêtes inférieures des deux pièces; la sonnerie électrique indique le contact, et ce contact subsiste lorsque le tourillon tourne à de faibles vitesses. Mais, si la vitesse augmente, la sonnerie cesse de se faire entendre, ce qui fait voir que le contact n'a plus lieu, et qu'il existe entre les deux pièces une couche d'air arrivant de l'extérieur.

Il est facile de démontrer que les deux cylindres ne sont point concentriques et, par conséquent, que l'épaisseur de la couche d'air n'est pas uniforme tout autour du tourillon. On se sert à cet effet d'une vis qu'on peut tourner jusqu'à ce qu'elle vienne en contact avec le tourillon, ce qu'indique la sonnerie; cette vis peut être placée à divers points de la circonférence. La position du point le plus rapproché de la circonférence du support, c'est-à-dire le point où la distance est minima, varie avec la vitesse de rotation. Les indications du manomètre dont il a été question plus haut font connaître la valeur de la pression qui règne dans l'espace annulaire; cette valeur est supérieure à la pression atmosphérique dans la partie inférieure de l'espace annulaire, et varie d'un endroit à l'autre. On peut déduire de ces faits que, dans les paliers ordinaires à graissage, il doit exister des phénomènes du même genre, et qu'on doit s'arranger pour introduire la matière lubrifiante à une partie où la pression ne soit pas supérieure à la pression atmosphérique.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Juillet 1904.

Rapport de M. E. Bourdon sur **un système d'écrou indesserrable** présenté par M. Blau.

Ce système est caractérisé par la combinaison d'un contre-écrou en deux parties, munies d'un prolongement conique, avec un écrou évidé intérieurement pour recevoir les parties coniques du contre-écrou. On comprend par ce simple exposé comment ce système fonctionne. Il est simple et paraît devoir être d'une efficacité absolue.

Rapport de M. Haller sur **le Manuel méthodique de l'art du teinturier-dégraisseur,** de M. A.-F. Gouillon.

Rapport de M. G.-P. Bérard sur un ouvrage de MM. Colomer et Lordier intitulé **les Combustibles industriels.**

Rapport de M. A. Livache sur une **Étude de la valeur relative des pouvoirs couvrants du blanc de zinc et de la céruse,** par M. Lenoble.

L'auteur de l'étude définit le pouvoir couvrant, la facilité plus ou moins grande avec laquelle une peinture peut masquer ou couvrir des parties profondes de couleur généralement plus foncée; ce pouvoir convrant est donc en relation directe avec l'opacité de la couleur.

D'expériences faites dans l'ordre d'idées qui vient d'être exposé, l'auteur conclut que le blanc de zinc couvre plus, à poids égal, que la céruse.

L'auteur du rapport croit que le mode d'expérimentation prête à la critique pour la seconde partie du travail de M. Lenoble; il ne peut qu'engager celui-ci à reprendre cette seconde partie au moyen d'expériences aussi méthodiquement menées que celles du début, et on peut supposer que les nouvelles conclusions auxquelles il arrivera seront alors d'accord avec les conclusions de la première partie de ses recherches.

Notes de mécanique. — Tableau graphique pour déterminer la largeur des courroies, d'après M. Escher (traduit de la *Schweizerische Bauzeitung*). — Abattoir frigorifique de Berlin. — Les moulins à vent, d'après M. W. Geutsch.

Aout 1904.

Rapport de M. Daubrée sur l'ouvrage de M. Molard intitulé : **l'Insuffisance des bois d'œuvre dans le monde.**

L'auteur expose que c'est une erreur de croire que l'emploi plus ou moins répandu des combustibles minéraux et des métaux comme matériaux de construction tend à réduire la consommation du bois. Au contraire, on en emploie de plus en plus; en effet, son usage n'a pas diminué en menuiserie et il a augmenté sous forme de bois de mines, poteaux télégraphiques, traverses de chemins de fer, wagons, pâte à papier, etc.

En fait, la consommation du bois est supérieure à la production normale des forêts accessibles; il y a, dans cette production, un déficit qui est momentanément compensé par des destructions de forêts. On doit se préoccuper de cette situation qui réclame une modification du mode d'exploitation des forêts. Nous continuons à produire en abondance des bois dont la consommation ne veut plus (combustibles) et, en même temps, ceux que réclame notre industrie nous fait défaut. Il faut abandonner des pratiques culturales qui ne répondent plus aux conditions économiques actuelles. Nous rappellerons que cette situation avait été signalée dans des termes presque identiques par notre collègue, M. Carimantrand, dans une brochure sur la richesse forestière dont nous avons rendu compte dans le Bulletin d'avril 1903, page 632.

Des récents progrès de l'industrie électrique, par M. Roberjot.

L'auteur s'occupe d'abord des lampes à arc, de leur montage et de leur réglage, et donne quelques détails sur les nouvelles lampes à arc, entre autres sur la lampe à magnétite et la lampe à vapeur de mercure et termine par quelques considérations sur les récents perfectionnements des lampes à incandescence.

Nouvelle méthode pour **l'analyse des matières tannifères,** d'après MM. J. G. Parker et Munro Payne.

Cette méthode est basée sur le dosage de l'acide digallique anhydre, qui constitue la partie active des substances tannifères, par sa transformation en composé gallique insoluble en présence d'hydrate de calcium.

Sur **l'épuration des eaux d'alimentation des chaudières,** d'après M. A. Mogill.

L'auteur passe rapidement en revue les divers procédés employés ou proposés pour déterminer la dureté de l'eau et les méthodes d'épuration. Il donne un tableau renfermant les résultats de quarante-quatre essais d'épuration différents. Les conclusions sont intéressantes à donner :

1° L'emploi de réactifs à la soude constitue la base d'une méthode rapide et simple mais sans précision absolue;

2° La chaux en excès n'augmente pas la dureté de l'eau, pourvu que cet excès ne dépasse pas 10 0/0;

3° Une eau dont la dureté est due uniquement au bicarbonate de calcium peut être adoucie de moitié par une vigoureuse agitation pendant une heure, sans addition d'aucun produit épurateur ;

4° Le carbonate de magnésium et le sulfate de calcium ne peuvent pas exister simultanément dans une eau naturelle;

5° En agitant du carbonate de baryum avec une solution de sulfate de calcium, il se produit peu à peu du carbonate de calcium et du sulfate de baryum moins solubles.

Notes de mécanique. — Emploi de l'air comprimé aux carrières de la Cleveland Stone Company. — Machinerie de grands édifices américains. — Les moulins à vent *(suite)*.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

2e trimestre de 1904.

Discours prononcés à **l'inauguration du monument de Ch. Metzger,** ancien Directeur des Chemins de fer de l'État, par MM. Guyot-Dessaigne, Beaugey, Moron et Wilmoth.

Note sur **la jetée du port de l'Agha,** à Alger, par M. Gauckler, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

L'auteur expose d'abord les enseignements que les observations faites sur les anciennes jetées formant le port d'Alger ont permis d'utiliser pour les dispositions à adopter dans l'exécution de celles du port de l'Agha. La seule des premières pleinement exposée aux vents les plus violents, celle du Nord, composée d'abord à toute hauteur au-dessous du niveau de la mer, de blocs de béton de 10 m^3, a vu ensuite son profil modifié à plusieurs reprises, soit par l'accroissement du volume des blocs, soit par l'emploi d'un noyau en enrochements.

La jetée du port de l'Agha part de l'angle des jetées du Sud et de l'Est qui, grâce à l'abri de la jetée du Nord, ont pu avoir un profil moins robuste que celui de cette dernière; elles sont en blocs naturels surmontés de blocs artificiels et d'un couronnement en maçonnerie. La jetée du port de l'Agha a été exécutée avec des blocs artificiels de 30 à 42 m^3, dont l'arrimage a été étudié avec beaucoup de soin. Il y a au-dessus de ces blocs des blocs naturels. On a adopté deux profils, l'un pour les 200 premiers mètres, l'autre pour les 200 autres; la différence réside principalement dans la disposition donnée en blocs artificiels. Un point intéressant est le règlement des talus sous l'eau qui a une sérieuse importance; on trouvera dans le mémoire des considérations sur ce sujet.

La navigation intérieure en Allemagne et en Autriche. — Rapport de mission à l'étranger, par M. Aron, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Ce mémoire s'occupe des rivières canalisées, savoir : le Main, l'Ems et l'Oder supérieur, en Allemagne, et la Moldau, en Bohême. Il donne

une description générale de ces rivières et des ouvrages ayant pour but d'en assurer la navigabilité, barrages, écluses et appareils accessoires. Au sujet des écluses, l'auteur fait remarquer qu'on a pu donner à ces ouvrages de très grandes dimensions sans qu'il ait été nécessaire de modifier le mode d'exploitation ou le personnel employé pour les manœuvres. Ce fait remarquable est dû à l'emploi général de moyens mécaniques.

Étude sur les crues de l'Ardèche, par M. Delemer, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Les grandes crues qui se produisent sur le versant sud-est des Cévennes présentent une importance exceptionnelle et des caractères particulièrement intéressants; elles sont, d'ailleurs, assez rares et sont amenées par des pluies qui ne durent guère que deux jours et donnent, dans cette courte période, des hauteurs d'eau de 0,60 m à 1 mètre. L'auteur s'est proposé de déduire de l'étude de l'écoulement des eaux dans l'Ardèche et ses divers affluents une étude d'ensemble sur le régime hydraulique depuis la chute des pluies jusqu'à l'écoulement dans le Rhône.

Bulletin des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1904.

Ce Bulletin a déjà paru dans les *Annales des Mines* et nous en avons rendu compte dans le Bulletin de mars 1904, page 394.

Effets des goudronnages exécutés en 1903 dans le département de Seine-et-Marne.

Les rapports de divers Ingénieurs constatent des résultats en général satisfaisants, bien que ces résultats ne soient pas les mêmes partout, ce qui peut tenir au plus ou moins de soins apportés à l'exécution; ainsi l'Ingénieur de Meaux constate que les goudronnages de cet arrondissement, considérés dans leur ensemble, avaient perdu, à la fin de l'hiver, près de la moitié de leur valeur. D'autre part, tout en admettant que le goudronnage peut donner des économies d'entretien en procurant par surcroît aux riverains des routes le bénéfice de la suppression de la poussière et de la boue, le goudronnage ne paraît pas, d'après le même Ingénieur, être appelé à une grande extension, car l'opération sera assez promptement limitée par le défaut de la matière première. Il estime, en effet, que tout le goudron produit dans l'arrondissement de Meaux ne permettrait pas de goudronner plus de 20 à 30 km de chaussée chaque année; or il y en a 825; de plus, le goudronnage coûte assez cher, 400 f le kilomètre pour une chaussée de 5 m de largeur. L'Ingénieur de Melun est un peu moins pessimiste; il constate que l'usure est rapide et, si les résultats sont satisfaisants au point de vue de la suppression de la poussière et de la boue, on ne peut toutefois se prononcer encore sur la question de l'économie éventuelle.

Note pour **l'étude de la dette viagère de l'État** (pensions civiles et militaires), par M. Duperrier, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Juillet 1904.

Ce Bulletin est entièrement consacré au compte rendu du Congrès du Sud-Ouest tenu à Albi, au commencement de juin. Une grande partie du temps a été consacrée à des visites de mines, d'usines et de travaux. Nous devons nous borner à en donner la nomenclature. Ainsi la journée du 6 juin a été occupée par la visite des mines d'Albi et des aciéries du Saut du Tarn; celle du 7 à la visite des mines de Carmaux et des usines de la Compagnie des mines de Carmaux; la journée du 8 à la visite du viaduc du Viaur et de l'usine de Peuchot; celle du 9 à la visite de l'usine de Viviez, des houillères d'Aubin et des mines de Campagnac; la journée du 10 à la visite des mines et des usines de Decazeville. Dans l'intervalle des visites ont eu lieu des séances où ont été présentées diverses communications.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 29. — *16 juillet 1904.*

Installations électriques dans la nouvelle station de force motrice de l'École technique supérieure de Darmstadt, par A. Seugel.

Laboratoire de mécanique n° III (machines hydrauliques) de l'École technique supérieure de Darmstadt, par Pfarr.

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite).*

Établissement royal d'essais des matériaux, à Gross-Lichterfelde West *(suite).*

Système hydropneumatique d'épuisement pour navires, par H. Hildebrandt.

Groupe de Carlsruhe. — Expérience sur la résistance propre des locomotives.

Groupe de Cologne. — Emploi de l'air comprimé pour l'élévation des liquides.

Bibliographie. — Recherches sur les causes des vibrations des navires à vapeur, par O. Schlick. — Calcul et construction des machines et chaudières marines, par G. Bauer. — Machines pour l'élévation des fardeaux, par W. Pickergill.

Revue. — Société d'études pour chemins de fer électriques à grande vitesse. — Parcours rapides avec des locomotives à vapeur. — Tunnels à Chicago. — Ponts-levis aux États-Unis. — Variétés.

N° 30. — *23 juillet 1904.*

Fonctionnement et calcul des clapets chargés par un ressort pour pompes, par H. Berg.

Les injecteurs dans les turbines Laval, par K. Bachner *(fin).*

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite).*

Poutres continues avec appuis élastiques, par L. Geusen.

Diagramme d'une machine d'extraction compound tandem jumelle, par O. Himmelheber.

Musée des œuvres de maîtrise pour la technologie et les sciences naturelles.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Production d'objets en acier coulé avec de petits appareils Bessemer.

Bibliographie. — Manuel des sciences de l'Ingénieur. — Constructions hydrauliques, par J. F. Bubendey. — Les constructions hydrauliques, par M. Strakel.

Revue. — Transformateurs électriques transportables. — Tour à bandages. — Locomotive électrique du New York Central and Hudson River R. R. — Lampe à arc Magnetit.

N° 31. — *30 juillet 1904.*

Poésie et technique, par M. von Eyth.

Fonctionnement et calcul des clapets chargés par un ressort pour les pompes, par H. Berg *(suite).*

Établissement royal d'essais des matériaux à Gross Lichterfelde West *(fin).*

Groupe d'Alsace-Lorraine. — Chauffage central.

Revue. — Manœuvre électrique de grandes plaques tournantes. — Dynamo à courant continu de la fabrique de machines A. Leymann et Cie. — Emploi du combustible liquide pour les chaudières marines.

N° 32. — *6 août 1904.*

L'emploi des appareils mécaniques dans les usines métallurgiques, par Fr. Frölich.

Écoles techniques supérieures ou facultés techniques, par Kammerer.

Fonctionnement et calcul des clapets chargés par un ressort dans les pompes, par H. Berg *(fin).*

Nouvelles expériences sur la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée, par H. Lorenz.

Groupe de Hanovre. — Accidents dans l'industrie sidérurgique dans le nord-est de l'Allemagne, — Mouvement des fluides dans les conduites.

Groupe de Cologne. — Nouveaux procédés de clarification des eaux d'égout.

Bibliographie. — Développement de l'industrie houillère dans les Provinces Rhénanes et la Westphalie dans la seconde moitié du XIXe siècle.

— Les turbines à vapeur, par A. Stodola. — Aide-mémoire pour la construction des machines, par Fr. Freytag.

Revue. — Nouvelles installations de la fabrique de machines Fr. Gebauer, à Berlin. — Activité des établissements impériaux pour la physique industrielle en 1903.

N° 33. — *13 août 1904.*

La turbine à vapeur de la Société Générale d'Électricité de Berlin, par O. Larche.

Le pont de Williamsburg, sur l'East River, à New-York, par K. Bernhard.

Influence d'un bureau technique sur la fabrication, par F.-A. Neuhans.

La chaudière à tubes d'eau et à grand volume d'eau, système Garbe, construite par la fabrique de machines Fr. Gebauer, à Berlin, par Fr. Geutsch.

Expériences sur la variation de l'élasticité des foyers ondulés de Fox et de Morison, par C. Bach.

Groupe de Poméranie. — La régularisation du Bas-Oder.

Bibliographie. — Les appareils à élever les fardeaux, par Ad. Ernst. — Protection des constructions métalliques contre l'incendie, par H. Hayn.

Revue. — Le vapeur à roues *C.-W.-Morse.* — Expériences sur une locomotive tender à vapeur surchauffée.

N° 34. — *20 août 1904.*

Le cinq mâts carré *Preussen*, construit par la Société J.C. Tecklenborg, à Bremerhaven-Geestmünde, par W. Kaemmerer.

Nouveau moteur à collecteurs pour courant alternatif monophasé, par Cl. Feldmann.

Turbines à vapeur de la Société Générale d'Electricité de Berlin, par C. Lasche *(fin).*

Nouvelles voitures automobiles françaises et anglaises pour voyageurs et pour marchandises, par A. Heller *(suite).*

Groupe de Dresde. — Réparation par soudure électrique du cylindre à basse pression d'une machine à vapeur de 1 000 ch.

Groupe du Rhin inférieur. — Nouvelles installations d'éclairage électrique.

Bibliographie. — Cours élémentaire de télégraphie et de téléphonie, par R. Heilbron. — Manuel de Physique, par A. Gray.

Revue. — Installation de réfrigération de la Hanover National Bank, à New-York. — Principe d'établissement et de fonctionnement d'une station centrale à gaz avec gazogènes à aspiration. — Dispositif pour la vérification des bancs de tours.

Pour la Chronique et les Comptes rendus :
A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IVe SECTION

La Transmission de l'énergie dans les pays industriels de houille noire (1), par M.-R. Swyngedauw, professeur adjoint à la Faculté des Sciences.

Cet ouvrage contient la matière de dix leçons professées par M. Swyngedauw à l'Institut électrotechnique de l'Université de Lille. Les six premières leçons sont un rappel des théories indispensables à connaître, relatives à la production de l'énergie, à sa transformation, à sa conservation, à sa dégradation, à son transport et à sa distribution, aux pertes dans les lignes, au rendement de ces dernières et à l'emploi des hautes tensions.

Les leçons suivantes ont trait aux accidents et dangers des lignes à haute tension, aux appareils de protection contre ces accidents, et à la recherche de la densité du courant et de la tension les plus favorables au transport de l'énergie.

La neuvième leçon est une étude du prix de revient du transport de l'énergie entre Carvin et Lille, tant au point de vue des frais de premier établissement qu'au point de vue du prix du kilowatt-heure dont les frais sont comparés à la dépense occasionnée par le transport matériel du charbon qui serait nécessaire pour l'obtention de la même énergie.

Enfin, la dernière leçon renferme des considérations économiques sur le transport de l'énergie produite par de grandes usines centrales desservant toute une région industrielle.

L'auteur, dans son travail d'une lecture facile, a su se mettre à la portée de tous et conclut, d'une façon peut-être un peu optimiste, que « l'installation de grandes usines électriques centrales à vapeur ou à » gaz pauvre est réalisable dans les conditions les plus économiques, » comparables à celles des meilleures stations hydroélectriques des » pays de houille blanche. »

(1) In-8°, 240 × 155, de 145 pages avec 44 fig. Paris, Vve Ch. Dunod. Prix : broché, 5 francs.

Le Secrétaire Administratif, Gérant,

A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 16636-8-04. — (Encre Lorilleux).



MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

D'OCTOBRE 1904

N° 10.

OUVRAGES REÇUS

Pendant les mois d'août, septembre et octobre 1904, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Agriculture.

Post (J.-W.). — *L'irrigation dans les pays tropiques et sub-tropiques.* Discours préliminaire prononcé à l'Institut colonial international le 18 mai 1904, à Wiesbaden, par J.-W. Post (in-8°, 215 × 140 de 9 p.). (Don de M. A. Moreau, de la part de l'auteur, M. de la S.) 43493

Post (J.-W.). — *Rapport sur l'irrigation aux Indes Orientales Néerlandaises.* Rapport préliminaire à la session de Wiesbaden, du 17 mai 1904, par J.-W. Post (Institut Colonial international) (in-8°, 220 × 145 de 68 p.). Bruxelles, Vve Ad. Mertens et Fils, 1904. (Don de M. A. Moreau, de la part de l'auteur, M. de la S.) 43494

Astronomie et Météorologie.

Annuario publicado pelo Observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1904, Anno XX (Ministerio da Industria, Viação e Obras publicas) (in-16, 180 × 130 de IX-309 p. et 8 tabl.). Rio de Janeiro, Imprensa nacional, 1904. 43427

Sampaio (Dr-C.). — *Club de Engenharia. Discriminação dos Terrenos de Marinha.* Discurso pronunciado na Sessão de Conselho Director de 23 de Junho de 1904, pelo Dr Carlos Sampaio (in-8°, 270 × 180 de 11 p.). Rio de Janeiro, 1904. (Don de M. E. Ferreira Cardoso, de la part de l'auteur, M. de la S.) 43526

Chemins de fer et Tramways.

Annuaire Marchal des chemins de fer et des tramways. Publication officielle. 19e année 1904 (in-8°, 255 × 165 de 1172 p.). Paris, Vve Ch. Dunod. 43506

Frey (J.). — *Tramways à traction mécanique. Moyens d'atténuer les accidents*, par J. Frey (in-8°, 210 × 130 de 20 p. avec 4 fig.). Paris, J. Frey. (Don de l'auteur.) 43448

Pennsylvania, New Jersey and New York Railroad. North River Division. Specifications and Contract (in-4°, 270 × 210 de 152 p. avec atlas 710 × 500 de 61 pl. et 10 pl. supplémentaires). 43440 à 43442

Pennsylvania, New York and Long Island Railroad. East River Division. Specifications and Contract (in-4°, 270 × 210 de 187 p. avec atlas, 710 × 500 de 72 pl. et 12 pl. supplémentaires). 43436 et 43437

Pennsylvania, New York and Long Island Railroad. North River Division. Specifications and Contract (in-4°, 270 × 210 de 152 p. avec atlas 710 × 500 de 58 pl. et 4 pl. supplémentaires). 43438 et 43439

Périssé (S.). — *Explosion d'une locomotive aux abords de la gare Saint-Lazare, à Paris.* Note technique jointe au Rapport remis le 30 septembre 1904 à M. Bastid, juge d'instruction, par M. S. Périssé (in-4°, 310 × 210 de 30 p. autog. avec trois annexes). Paris, L. Courtier, 1904. (Don de M. S. Périssé, M. de la S.). 43538

Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1902. Documents principaux (Ministère des Travaux publics. Direction des chemins de fer) (in-4°, 305 × 235 de 344 p.). Melun, Imprimerie administrative, 1904. (Don du Ministère des Travaux publics). 43465

The Universal Directory of Railway Officials, 1904. Compiled from Official sources under the Direction of S. Richardson Blundstone (in-8°, 220 × 135 de 680 p.). London, the Directory Publishing Company Limited. 43385

Chimie.

Baudry de Saunier (L.). — *Sa Majesté l'Alcool. Historique. Fabrication. Applications à l'industrie, à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice*, par L. Baudry de Saunier (in-8°, 230 × 155 de IX-350 p. avec 112 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) 43397

BRAUN (G. et Ad. FILS). — *Dictionnaire de chimie photographique, à l'usage des professionnels et des amateurs*, par G. et Ad. Braun fils. *Septième fascicule. Naphtaline-Pyrogallique* (Bibliothèque photographique) (in-8°, 250 × 165, pages 401 à 480). Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43382

BRAUN (G. et Ad. FILS). — *Dictionnaire de chimie photographique, à l'usage des professionnels et des amateurs*, par G. et Ad. Braun fils. *Huitième fascicule. Pyroxyle-Zinc* (in-8°, 255 × 165, pages 481 à 546). Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43429

GRANGER (A.). — *Progrès récents dans l'industrie du verre*, par M. Albert Granger. Monographie n° 4. Décembre 1903, publiée par le Mois scientifique et industriel (in-8°, 240 × 160 de 39 p. avec 41 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don du Mois scientifique et industriel.) 43498

JEANCARD (P.) et SATIE (C.). — *Abrégé de la chimie des parfums*, par Paul Jeancard et Conrad Satie (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 120 de 191 p.). Paris, Gauthier-Villars; Masson et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43391

LA COUX (H. DE). — *L'ozone et ses applications industrielles*, par H. de La Coux. Propriétés physiques. Physiologie. Production. Actions chimique et microbiologique. Applications. Analyse (in-8°, 250 × 165 de 587 p. avec 159 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904). (Don de l'éditeur.) 43484

VERNEUIL (A.). — *Mémoire sur la reproduction artificielle du rubis par fusion*, par A. Verneuil (Extrait des Annales de Chimie et de Physique, 8e série, t. II, septembre 1904). Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43535

Construction des Machines.

Association Lyonnaise des Propriétaires d'appareils à vapeur. Exercice 1903. 28e année (in-8°, 240 × 155 de 104 p.). Lyon, A. Storck et Cie, 1904. 43431

Association Parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur. Bulletin annuel, 29e exercice 1903 (in-8°, 245 × 155 de 118 p.). Paris, Siège de l'Association, 1904. 43426

BAUDOUIN (P.). — *La surchauffe de la vapeur. Ses avantages*, par Paul Baudouin. Monographie n° 6. Juin 1903, publiée par le Mois scientifique et industriel (in-8°, 240 × 155 de 44 p. avec 41 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'auteur et du Mois scientifique et industriel.) 43483

BAUDRY DE SAUNIER (L.) et GATOUX (A.). — *Les motocyclettes. Leur mécanisme. Leur emploi raisonné. Leurs réparations*, par L. Baudry de Saunier. Ouvrage en collaboration avec M. Adrien Gatoux (in-8°, 190 × 130 de 264 p. avec 113 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod. (Don de l'éditeur.) 43472

CLAUDEL (H.). — *Emploi du pétrole lourd dans les moteurs à explosion. Théorie sur la combustion et la carburation*, par H. Claudel (in-8°, 240 × 155 de 23 p. avec illustr.). Paris, E. Bernard. (Don de l'éditeur.) 43512

COQUERET (A.). — *La motocyclette. Théorie. Conduite. Entretien. Remède aux pannes*, par André Coqueret (Bibliothèque des Actualités industrielles. — N° 106) (in-8°, 255 × 165 de 64 p. avec 7 fig.). Paris, Bernard Tignol. (Don de l'éditeur.) 43412

DEJONC (E.) et CODRON (C.). — *La mécanique pratique. Guide du mécanicien. Procédés de travail. Explication méthodique de tout ce qui se voit et se fait en mécanique*, par Eugène Dejonc. Quatrième édition, ornée de 733 vignettes et entièrement refondue, par C. Codron (Précis illustré de mécanique) (in-16, 165 × 105 de IV-631 p. avec 733 fig.). Paris, Lucien Lavour, 1904. (Don de l'éditeur.) 43379

OCAGNE (M. D'). — *Les instruments de précision en France*. Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers, le 15 mars 1903, par Maurice d'Ocagne. Nouveau tirage illustré (in-8°, 250 × 165 de 70 p. avec 22 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43443

PATSCHKE (A.). — *Transversal-Dampfturbinen für elastische Kraftmittel*. Wasserdampf, Luft, schweflige Säure, Kraftgas u. dgl. von A. Patschke (in-8°, 225 × 145 de 73 p. avec 16 photog.). Mülheim (Ruhr), Max Röder, 1904. (Don de l'éditeur). 43457

PÉRISSÉ (L.). — *Les carburateurs*, par Lucien Périssé (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 120 de 173 p. avec 16 fig.). Paris, Gauthier-Villars; Masson et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43503

PER SIDÉN. — *La pratique des machines à bois*, par Per. Sidén (in-8°, 250 × 165 de 340 p. avec 28 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) 43447

Société Iudustrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne. Bulletin n° 49, 1903 (in-8°, 250 × 165 de 144 p.). Saint-Quentin, Ch. Poette, 1904. 43482

SOREL (E.). — *Carburation et combustion dans les moteurs à alcool*, par E. Sorel (in-8°, 225 × 140 de 280 p. avec 23 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) 43518

VAN OOSTERWYCK (J.). — *Les nouveaux générateurs de vapeur à niveaux d'eau multiples et indépendants*, par J. Van Oosterwyck (in-4°, 275 × 210 de 32 p. avec 17 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, Bruxelles, Ramlot frères et sœurs. (Don de Mme Vve Ch. Dunod.) 43446

VIGREUX (Ch.) et MILANDRE (Ch.). — *Moteurs à gaz (Théorie et pratique)* (Art de l'Ingénieur, par Ch. Vigreux et Ch. Milandre. Applications de la partie didactique) (in-8°, 255 × 165 de 102 p. avec 30 fig. et atlas 370 × 280 de 13 pl.). Paris, E. Bernard, 1904. (Don de l'éditeur.) 43403 et 43404

WICKERSHEIMER (E.). — *Etude théorique et pratique sur la vaporisation. Méthode pour augmenter considérablement le rendement des générateurs à vapeur*, par E. Wickersheimer (in-8°, 255 × 165 de VIII-76 p. avec 3 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) 43517

WOODWORTH (J.) et RICHARD (G.). — *Découpage, matriçage, poinçonnage et emboutissage*, par M. J. Woodworth. Traduction avec annexe, par M. G. Richard (in-8°, 255 × 165 de VIII-331 p. avec 685 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur). 43509

Éclairage.

PELLETREAU (G.). — *L'incandescence par le gaz*, par M. G. Pelletreau. Monographie n° 3. Octobre 1903, publiée par le Mois scientifique et industriel (in-8°, 240 × 160 de 42 p. avec 34 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don du Mois scientifique et industriel.) 43497

Société technique de l'Industrie du gaz en France. Compte rendu du trente et unième Congrès, tenu les 14, 15, 16 et 17 juin 1904, à Paris, dans la salle de la Société des Ingénieurs Civils de France, 19, rue Blanche (in-8°, 250 × 160 de 713 p., avec 27 pl.). Paris, Imprimerie de la Société Anonyme de Publications périodiques, 1904. 43502

Économie politique et sociale.

American Trade Index 1904 (in-8°, 220 × 140 de XII-702 p.). English Deutsch, Español, Français. *Sixième édition*. (Don de National Association of Manufacturers of the U. S. of A.) 43525

Annuaire Chaix. Les principales Sociétés par actions. Compagnies de chemins de fer. Institutions de crédit. Banques. Sociétés minières de transport, industrielles. Compagnies d'assurances, etc. *Treizième année 1904* (in-18, 180 × 120 de XIV-632 p.). Paris, Chaix, 1904. 43490

Bulletin de l'Association normande pour prévenir les accidents du travail. Année 1904. N° 25 (in-8°, 270 × 180 de 80 p.). Rouen, Au siège de la Société, 1904. 43408

Chambre de Commerce de Dunkerque. Statistique maritime et commerciale du port et de la circonscription consulaire, 1903 (in-8°, 255 × 165 de 205 p.). Dunkerque, Imprimerie Dunkerquoise, 1904. 43456

Chambre de Commerce de Rouen. Compte rendu des travaux pendant l'année 1903 (in-4°, 250 × 190 de 396 p. avec 16 tabl.). Rouen, Imprimerie du Nouvelliste, 1904. 43430

Compagnie générale des Voitures à Paris. Assemblée générale annuelle du 29 avril 1904. Rapport du Conseil d'Administration sur les comptes de l'exercice 1903 (in-4°, 310 × 240 de 28 p., avec 13 tabl.). Paris, Maulde, Doumenc et Cie, 1904. 43421

Compte rendu des travaux de la Chambre de Commerce de Paris. Année 1903 (in-8°, 275 × 175 de 885-64-x p.). Paris, Librairie Imprimeries réunies, 1904. 43452

Conference on Welfare Work held at the Waldorf-Astoria, New York City. March 16. 1904. Under the auspices of the Welfare Department of the National Civic Federation (in-8°, 190 × 130 de xxviii-205 p. avec illustr.). New York, Andrew H. Kellogg C°, 1904. (Don de M. Ed. Simon, M. de la S.). 43510

Conseil d'Administration municipale de la Concession Française à Shanghaï. Compte rendu de la gestion pour l'exercice 1903. Budget 1904 (in-8°, 245 × 190 de 239-38 p.). Shanghaï, Imprimerie de la Presse orientale. (Don de M. J.-J. Chollot, M. de la S.). 43415

Izart (J.) et Guyot (Y.). — *Méthodes modernes de paiement des salaires*, par Julien Izart, avec une Préface de M. Yves Guyot. Monographie n° 3. Mars 1904, publiée par le Mois scientifique et industriel (in-8°, 240 × 160 de 58 p.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don du Mois scientifique et industriel.) 43499

Rapports sur l'application des lois réglementant le travail en 1903 (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail) (in-8°, 235 × 155 de clxx-416 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don du Ministère du Commerce.) 43513

Société de Secours des Amis des Sciences. Compte rendu du quarante-septième exercice, quarante et unième séance publique annuelle, tenue le 19 mai 1904, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne (in-8°, 215 × 135 de 247 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1904. 43529

Statistique annuelle des Institutions d'assistance. Année 1902. (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail. Statistique générale de la France) (in-8°, 260 × 175 de 103 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904 (Don du Ministère du Commerce). 43428

Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1903 (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail) (in-8°, 230 × 155 de 575 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don du Ministère du Commerce.) 43475

Électricité.

Brunswick (E.-J.) et Aliamet (M.). — *Enroulements d'induits à courant continu. Théorie élémentaire et règles de bobinage*, par E.-J. Brunswick et M. Aliamet (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 120 de 188 p. avec 61 fig.). Paris, Gauthier-Villars; Masson et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43393

CORNU (A.). — *Notices sur l'électricité extraites de l'Annuaire du Bureau des Longitudes. Électricité statique et dynamique. Production et transport de l'énergie électrique*, par A. Cornu, avec une Préface de M. A. Potier (in-16, 190 × 120 de VII-276 p. avec 37 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43536

GOLDSBOROUGH (W.-E.) et VORGES (H. DE). — *Distribution par courants alternatifs*, par W.-E. Goldsborough. Traduit de l'anglais, par Henry de Vorges (in-8°, 250 × 165 de 248 p. avec 171 fig. en 12 pl. hors texte). Blois, Grande Imprimerie de Blois, 1904. (Don du Mois scientifique et industriel.) 43378

HOSPITALIER (E.). — *Formulaire de l'Électricien*, par E. Hospitalier. *Vingt et unième année, 1904* (in-18, 165 × 105 de 604 p.). Paris, Masson et Cie. 43487

LOUBAT (J.) et WEILL (L.). — *Manuel pratique de polissage et de dépôts galvaniques : nickelage, cuivrage, laitonisage, dorure, argenture, etc.*, par Jean Loubat et Louis Weill (in-8°, 185 × 115 de 246 p. avec 54 fig.). *Deuxième édition.* Paris, J. Loubat et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43501

MULLER (P.-TH.). — *Lois fondamentales de l'électrochimie*, par P.-Th. Muller (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 120 de 186 p. avec 14 fig.). Paris, Gauthier-Villars; Masson et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43504

PIÉRARD (E.). — *La pose des lignes en bronze, cuivre et aluminium. Abaques générales des tensions et des flèches.* Communication faite à l'Assemblée générale de la Société Belge d'Électriciens du 23 février 1904, par E. Piérard (in-8°, 240 × 155 de 16 p. avec 8 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod. (Don de l'éditeur.) 43405

PONCHARRA (F. DE). — *Propriétés et essais des matériaux de l'électrotechnique*, par F. de Poncharra (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 120 de 152 p. avec 28 fig.). Paris, Gauthier-Villars; Masson et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43392

SAINT-MARTIN (L.). — *Étude sur les distributions d'énergie électrique pour force motrice*, par L. Saint-Martin (Extrait du Bulletin technologique, n°s 3 et 4, mars et avril 1903, de la Société des anciens Élèves des Écoles Nationales d'Arts et Métiers. Deuxième édition revue et corrigée) (in-8°, 215 × 130 de 156 p. avec 5 annexes). Paris, J. Loubat et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43500

SWYNGEDAUW (R.). — *Étude économique sur la transmission électrique de la force dans les usines et les ateliers*, par R. Swyngedauw (in-8°, 240 × 155 de 43 p.). Paris, Vve Ch. Dunod. (Don de l'éditeur.) 43433

SWYNGEDAUW (R.). — *La transmission électrique de l'énergie dans les pays industriels de houille noire*, par R. Swyngedauw (Cours public de l'Institut électrotechnique de l'Université de Lille) (in-8°, 240 × 155 de 145 p. avec 44 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod. (Don de l'éditeur.) 43432

Transactions of the American Institute of Electrical Engineers, July 1st to December 31th, 1903. Vol. XX (in-8°, 250 × 160 de VIII-415 p.). New York City, 1904. 43407

Enseignement.

Annual Calendar of Mc Gill College and University Montreal. Session 1904-1905 (in-8°, 215 × 145 de XXXII-367 p.). Montreal, 1904. 43416

École spéciale d'Architecture. Année 1903-1904. Séance d'ouverture du 19 octobre 1903 (in-8°, 225 × 145 de 31 p.). Paris, Delalain. 43435

Gérard (L.). — *La réforme de l'Enseignement technique. Rapport présenté au Comité d'études dans sa séance du 26 mars 1904*, par Léon Gérard (Société Belge des Ingénieurs et des Industriels) (in-8°, 240 × 160 de 23 p.). Bruxelles, A. Lesigne, 1904. (Don de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels). 43450

Harmant (Em.). — *La réforme de l'Enseignement technique. Monographie de l'Ingénieur X... et des difficultés qu'il rencontra dans son initiation à la pratique industrielle*, par Em. Harmant (Société Belge des Ingénieurs et des Industriels) (in-8°, 240 × 160 de 16 p.). Bruxelles, A. Lesigne, 1904. (Don de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels). 43449

Stasse (E.). — *La réforme de l'Enseignement technique. Rapport présente au Comité d'études, dans la séance du 5 avril 1904*, par E. Stasse (Société Belge des Ingénieurs et des Industriels) (in-8°, 240 × 160 de 31 p.). Bruxelles, A. Lesigne, 1904. (Don de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels.) 43451

Verstraeten (Th.). — *L'éducation de l'Ingénieur. Exposé fait au Comité d'études en juillet 1904*, par Th. Verstraeten (Société Belge des Ingénieurs et Industriels) (in-8°, 240 × 160 de 20 p.). Bruxelles, A. Lesigne, 1904. (Don de la Société Belge des Ingénieurs et Industriels.) 43492

Législation.

Annuaire des Ingénieurs de France, 1904 (in-8°, 215 × 135 de 334 p.). Paris, J. Loubat et Cie. (Don de l'éditeur.) 43413

Associação dos Engenheiros Civis Portuguezes, fundada em 12 de Janeiro de 1869. 1° Annuario 1869-1904 (in-8°, 255 × 165 de 121 p.). Lisboa, Imprensa nacional, 1904. 43394

Boston Society of Civil Engineers. Constitution and By-Laws and List of Members, July 1904 (in-8°, 230 × 150 de 68 p.). Boston, The Mudge Press, 1904. 43455

Charter, Supplemental Charters, By-Laws and List of Members of the Institution of Civil Engineers. July 1904 (in-8°, 215 × 135 de 260 p.). London, Published by the Institution, 1904. 43445

Directory of the Engineers' Club of Philadelphia. Charter and By-Laws, 1904 (in-32, 130 × 70 de 106 p.). 43537

Rules and List of Members of the Iron and Steel Institute (Corrected to July 1) (in-8°, 215 × 135 de cxxvi p.). London, Published at the Offices of the Institute, 1904. 43468

The Institution of Electrical Engineers late the Society of Telegraph-Engineers and Electricians. List of Officers and Members. Corrected to August 31 st. 1904 (in-8°, 215 × 135 de 201 p.). London, The Gresham Press. 43515

THIRION (CH.). et BONNET (J.). — *De la législation française sur les brevets d'invention*, par Ch. Thirion et J. Bonnet (in-8°, 255 × 165 de vi-219 p.). (Don de MM. Belin et Cie.) 43473

XXXIII. Verzeichnis der Mitglieder des Österreichischen Ingenieur- und Architekten- Vereines in-8°, 230 × 150 de xvi-99 p.). Wien, 1904. 43396

Médecine, Hygiène, Sauvetage.

FOVEAU DE COURMELLES (Docteur). — *Les applications médicales du radium*, par le Docteur Foveau de Courmelles (Librairie du radium et de la radioactivité) (in-16, 185 × 120 de 128 p. avec 43 fig.). Paris, Henri Farjas, 1904. (Don de M. Henri Farjas, M. de la S.). 43516

Métallurgie et Mines.

BORCHERS. — *L'Électro-sidérurgie*, par le Professeur Borchers. Monographie n° 1. Mars 1903, publiée par le Mois scientifique et industriel (in-8°, 240 × 160 de 20 p.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don du Mois scientifique et industriel.) 43495

Comité des Forges de France. Annuaire 1904-1905 (in-18, 200 × 135 de xii-388 p.). Paris, 63, boulevard Hausmann. 43530

FLORANGE (J.). — *Essai sur les jetons et médailles de mines françaises*, par M. Jules Florange (Collection de la Société de combustibles). (Extrait des Annales des Mines, livraison de février 1904) (in-8°, 230 × 145 de 68 p., avec 6 pl.). Paris, chez l'auteur, 1904. (Don de la Société de combustibles.) 43383

FRANÇOIS (F.), — *Nouveau système de traitement des alluvions aurifères au moyen du sluice-box mobile*, par Félix François (Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. Quatrième série. Tome III. 3e livraison, 1904) (in-8°, 225 × 145 de 30 p., avec 3 pl.). Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43511

GLASSER (E.). — *Rapport à M. le Ministre des Colonies sur les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie*, par M. E. Glasser (Extrait des Annales des Mines, 2e semestre 1903 et 1er semestre 1904) (in-8°, 225 × 140 de 560 p., avec 6 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) 43519

GUILLET (L.). — *Étude théorique des alliages métalliques*, par Léon Guillet (in-8°, 255 × 165 de VII-232 p., avec 117 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) **43520**

MAHLER (P.). — *Les réactions reversibles du haut fourneau*. par P. Mahler (Extrait de la Revue de Métallurgie. Vol. I. N° 9, septembre 1904) (in-4°, 270 × 220, pages 495 à 499, avec 1 fig.). (Don de l'auteur, M. de la S.) **43521**

Statistique des houillères en France et en Belgique, publiée sous la Direction de M. Émile Delecroix, *Janvier 1904* (in-8°, 255 × 165 de 556 p.). Lille, L. Danel, 1904. **43381**

Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. Eleventh Session 1901-1902. Vol. XI. Part I and Part II (in-8°, 215 × 140 de VII-444 p., avec 79 pl.). London, E. and F. N. Spon Limited. **43399 et 43400**

Navigation aérienne, intérieure et maritime.

BOILÈVE (V.). — *Sud-Ouest navigable. Compte rendu du Congrès de Narbonne*, par M. V. Boilève, *Juin 1904* (in-8°, 215 × 135 de 55 p.). Béziers, Imprimerie-Papeterie de l'Hérault. (Don de l'auteur, M. de la S.) **43411**

BREITTMAYER (A.). — *Le Rhône. Sa navigation depuis les temps anciens jusqu'à nos jours*, par Albert Breittmayer (in-8°, 255 × 165 de VIII-105 p.). Lyon, Bâle, Genève, Henri Georges, 1904. (Don de M. A. Mallet, M. de la S.) **43524**

Bulletin de l'Association technique maritime. N° 15. Session de 1904 (in-8°, 270 × 175 de XLII-308 p., avec 1 pl.). Paris, Gauthier-Villars, 1904. **43481**

Chambre de commerce de Bordeaux. Notice sur le port de Bordeaux. Description. Règlements. Tarifs. Renseignements statistiques (in-8°, 260 × 185 de 110 p., avec photographies). Bordeaux, G. Delmas, 1904. (Don de l'Association internationale permanente des Congrès de navigation.) **43453**

DUROY DE BRUIGNAC (A.). — *Remarques sur la stabilité des bateaux à hélice dans le roulis et les girations*, par A. Duroy de Bruignac (in-8°, 255 × 165 de 56 p., avec 11 fig.). Paris, Ch. Béranger, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.) **43522**

MARCHIS (L.). — *Leçons sur la navigation aérienne*. (Ballons sphériques. Aérostation militaire. Aérostation scientifique. Aéronautique maritime), par M. L. Marchis (Université de Bordeaux, Faculté des Sciences. Année 1903-1904) (in-4°, 255 × 200 de 14-704-105 *a* p., avec 183 fig. lithographiées). Paris, Vve Ch. Dunod. (Don de l'éditeur.) **43471**

Mémorial du Génie maritime. Troisième série. Fascicule VI (Ministère de la Marine) (in-8°, 285 × 190 de 279 p., avec 5 pl.). Paris, R. Chapelot et Cie, septembre 1904. **43491**

Royers (G.) et Winter (Fr. de). — *Les établissements maritimes de la ville d'Anvers et leurs diverses extensions*. Note de MM. G. Royers et Fr. de Winter (Extrait du 4e fascicule des Annales des Travaux publics de Belgique. Août 1904) (in-8°, 245 × 160 de 34 p., avec 3 pl.). Bruxelles, J. Goemaere, 1904. (Don de l'Association internationale permanente des Congrès de navigation.) 43480

Transactions of the Institution of Naval Architects. Vol. XLVI (in-4°, 290 × 210 de XLIV-302 p., avec 27 pl.). London, 5, Adelphi Terrace, 1904. 43479

Physique.

Pelletreau (G.). — *Le froid industriel et ses applications*, par M. G. Pelletreau. Monographie n° 2. Juin 1903, publiée par le Mois scientifique et industriel (in-8°, 240 × 160 de 34 p., avec 21 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don du Mois scientifique et industriel.) 43496

Report of the U. S. Naval « Liquid Fuel » Board of tests conducted on the Hohenstein Water Tube Boiler, showing the relative evaporative efficiencies of coal and liquid fuel under forced and natural draft as determined by an extended series of tests made by Direction of Bureau of Steam Engineering. Navy Department, Washington D. C. (in-8°, 295 × 195 de v-450 p., avec 114 fig.). Washington, Government Printing Office, 1904. 43528

Tables des volumes XXI à XXX du Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles. Bulletins nos 92 à 116 (in-8°, 225 × 145 de 50 p.) 43398

Witz (A.). — *Les températures thermodynamiques et le zéro absolu*, par Aimé Witz (Extrait de la Revue des questions scientifiques, juillet 1904) (in-8°, 250 × 165 de 28 p.). Louvain, Polleunis et Ceuterick, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43424

Routes.

Ocagne (M. d'). — *Leçons sur la topométrie et la cubature des terrasses, comprenant des notions sommaires de nomographie*, professées à l'École des Ponts et Chaussées, par Maurice d'Ocagne (in-8°, 255 × 165 de VI-225 p., avec 146 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43533

Sciences mathématiques.

Alliévi (L.). — *Théorie générale du mouvement varie de l'eau dans les tuyaux de conduite*, par M. L. Alliévi (Extrait de la Revue de Mécanique, nos de janvier et mars 1904) (in-4°, 320 × 225 de 47 p.). Paris, Vve Ch. Dunod. (Don de l'éditeur.) 43406

BOULAD (F.). — *Note sur un tracé géométrique des paraboles cubiques et ses applications aux lignes d'influence dans les poutres continues*, pa M. Farid Boulad (Extrait des Annales des Ponts et Chaussées, 4e trimestre, 1903) (in-8°, 240×160 de 24 p., avec 6 fig.). Paris, E. Bernard. (Don de l'éditeur.) 43390

BOYER-GUILLON (A.). — *Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des machines*, par A. Boyer-Guillon (Extrait du journal Le Génie Civil) (in-8°, 240×155 de 36 p., avec 24 fig. et 1 pl.). Paris, Publications du journal Le Génie Civil, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43425

CASTANHEIRA DAS NEVES (J. DA P.). — *Uma missão de visita a alguns estabelecimentos de ensaios e experimentação de materiaes de construcção*, por J. Da P. Castanheira das Neves (Extracto da Revista de Obras publicas e minas, nos 409 à 441 de 1904) (in-8°, 235×145 de 68 p.). Lisboa, Imprensa nacional, 1904. (Don de l'auteur.) 43402

LÉVI (G.). — *Album du Cours de stéréotomie (charpente et coupe des pierres)* professé à l'École Centrale des Arts et Manufactures, par M. Georges Lévi (Atlas de 34 pl. in-folio 330×515). Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. (Don de l'éditeur.) 43423

SANDRINELLI (Ing.-Dr GUIDO). — *Resistenza dei materiali e Stabilità della costruzioni ad uso degli ingegneri, capomastri, costruttori, etc.*, dell' Ing. Dr Guido Sandrinelli. Edizione completamente rinnovata del Manuale del defunte Pietro Gallizia (Manuali Hoepli) (in-16, 150×100 de XXIV-471 p., avec 269 fig.). Milano, Ulrico Hoepli, 1905. (Don de l'éditeur.) 43469

SÉGUIER (J.-A. DE). — *Théorie des groupes finis. Éléments de la théorie des groupes abstraits*, par J.-A. de Séguier (in-8°, 255×165 de II-176 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43534

Sciences morales. — Divers.

Mémoires de la Société académique d'agriculture, des sicences, arts et belles-lettres du département de l'Aube. Tome LXVII de la collection. Tome XL. Troisième série. Année 1903 (in-8°, 250 × 165 de 370 p.). Troyes, Paul Nouel. 45410

Technologie générale.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCCI, 1904. Rendiconto dell'Adunanza solenne del 5 giugno 1904, onorata dalla presenza di Sua Maestà Il Re. Vol. II (in-4°, 320 × 220 p. 103 à 158). Roma, Tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1904. 43420

Boletin del Ministerio de Industria i Obras publicas. Publicacion trimestral correspondiente a los meses de Julio, Agosto i Setiembre de 1903. Año II. Núm. 3 (in-4°, 340 × 230 de 316 p.). Santiago de Chile, 1903. (Don de M. Ch. Vattier, M. de la S.) 43386

Boletin del Ministerio de Industria i Obras publicas. Publicacion trimestral correspondiente a los meses de Octubre, Noviembre i Diciembre de 1903. Año II. Nùm. 4 (in-4°, 340 × 230 de 314 p. Santiago de Chile, 1904. (Don de M. Ch. Vattier, M. de la S.) 43387

Bulletin of University of Wisconsin. N° 88. General Series. N° 38. University of Wisconsin. Catalogue 1903-1904 (in-8°, 190 × 125 de 429 p.). Madison, Wisconsin, April 1904. 43463

Collection des Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France, de 1850 à 1902 reliée. Périodiques et Ouvrages divers intéressant l'Art de l'Ingénieur. (Don de Mme L'Étendard, fille de M. Amand Maire, M. de la S. décédé.) 43523

Da Cunha (A.). — *L'Année technique (1903-1904)*, par A. Da Cunha. Préface de Henri Moisan. Locomotion et moyens de transport. Applications de la physique expérimentale. Travaux publics et architecture. Éclairage et chauffage. Physiologie et hygiène (in-8°, 285 × 185 de viii-303 p. avec 142 fig.). Paris, Gauthier-Vlliars, 1904. (Don de l'éditeur.) 43532

Esmein et Bayet. — *Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne. Discours prononcés à la séance générale du Congrès, le samedi 9 avril 1904*, par M. Esmein et M. Bayet (in-8°, 265 × 175 de 33 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don de M. le Ministre de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts.) 43461

Franche (G.). — *Manuel de l'ouvrier mécanicien. Septième partie. Moteurs fixes à gaz et à pétrole*, par Georges Franche (Bibliothèque des Actualités industrielles. — N° 100) (in-16, 180 × 130 de 172 p. avec fig. 701 à 801). Paris, Bernard Tignol. (Don de l'éditeur.) 43476

Faucher (H.), Taillis (J. Du), Leroy-Beaulieu (P.). — *Les intérêts économiques de la France coloniale.* Rapports présentés à la IIIe section du Congrès colonial de 1904 annotés et mis en ordre, par Henri Faucher, Jean Du Taillis, avec une Préface de Paul Leroy-Beaulieu (Bibliothèque des Congrès coloniaux français) (in-8°, 255 × 165 de 268 p.). Paris, Comité des Congrès coloniaux; Augustin Challamel, 1904. (Don de M. H. Faucher, M. de la S.) 43389

Gautier (Ém.). — *L'Année scientifique et industrielle*, fondée par Louis Figuier. *Quarante-septième année 1903*, par Émile Gautier (in-8°, 190 × 120 de viii-440 p. avec 106 fig.). Paris, Hachette et Cie, 1904. 43488

La Nature. Table décennale des matières. III. Années 1893 à 1902. Index alphabétique. Table par noms d'auteurs (in-8°, 285 × 205 de 196 p.). Paris, Masson et Cie. 43485

Lorenz (O.) et Jordell (D.). — *Catalogue général de la Librairie française.* Continuation de l'ouvrage d'Otto Lorenz (Période de 1840 à 1885 : 11 volumes). *Tome quinzième. (Période de 1891 à 1899).* Rédigé par D. Jordell (in-8°, 245 × 155 de 1059 p.). Paris, Per Lamm, 1904. 43458

Luca (F. de). — *Elementi di Tecnologie meccaniche*, per l'Ingegnere Prof. Filippo de Luca (in-8°, 265 × 185 de 318 p. avec 313 fig., *Terza edizione*. Napoli, G. Maggi, 1904. (Don de l'éditeur.) 43505

Memoria del Ministerio de Industria i Obras publicas presentada al Congreso nacional en 1903 (in-8°, 280 × 190 de 367 p.). Santiago de Chile, 1903. (Don de M. Ch. Vattier, M. de la S.) 43388

Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers; with other selected and abstracted Papers. Vol. CLVI. 1903-4. Part. II (in-8°, 215 × 135 de VII-536 p. avec 9 pl.). London, Published by the Institution, 1904. 43444

Nansouty (M. de). — *Actualités scientifiques. Radium et radioactivité. Télégraphie sans fil. A toute vitesse. Ballons dirigeables. La cuisine électrique. Les Parfums comestibles. Premiers souvenirs. La mort des géants. Éternels jardins*, etc., par Max de Nansouty (in-18, 205 × 130 de 329 p.). Paris, Schleicher frères et Cie, 1904. (Don de l'éditeur.) 43418

Picard (A.). — *Rapport général administratif et technique*, par M. Alfred Picard. *Pièces annexes. Actes officiels. Tableaux statistiques et financiers*. (Ministère du Commerce de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900) (in-8°, 285 × 195 de 917 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1903. (Don de l'auteur, M. de la S.) 43422

Programme du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, qui se tiendra à Alger en 1905 (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Comité des Travaux historiques et scientifiques) (in-8°, 265 × 175 de 14 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don de M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.) 43462

Rapports du Jury international. Groupe XI. Mines et Métallurgie. Première partie. Classe 63. Tome I (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900 à Paris) (in-8°, 285 × 195 de 467 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don de M. le Commissaire général de l'Exposition universelle de 1900.) 43409

Rapports du Jury international. Groupe II. Œuvres d'art. Classes 7 à 10. (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900 à Paris) (in-8°, 285 × 195 de 123 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don de M. le Commissaire général de l'Exposition universelle de 1900.) 43414

Répertoire général des fournisseurs de l'armée, de la marine et des travaux publics. Publication annuelle. 1904, contenant l'*Année technique du Répertoire général 1903-1904* (in-8°, 280 × 175 de VIII-696 p.). Paris, Librairie de Publications officielles. 43401

Repertorium der Technischen Journal Literatur. Herausgegeben im Kaiserlichen Patentamt. *Jahrgang 1903* (in-8°, 280 × 200 de XLIII-1678 p.). Berlin, Carl Heymann. 43478

RODIER (H.). — *Annuaire technique. Formulaire aide-mémoire général des sciences, de l'industrie et des travaux publics.* Rédigé par un Comité d'Ingénieurs, Architectes, Constructeurs et Jurisconsultes, sous la direction générale de H. Rodier ; *Carneaux et cheminées 2e édition* (in-8°, 315 × 225 de 19 p.). *Chaudières à vapeur (Théorie et construction)* (in-8°, 315 × 225 de 45 p.). Paris, 64, rue de la Victoire. (Don de l'auteur.) 43459 et 43460

RODIER (H.). — *Annuaire technique. Formulaire aide-mémoire général des sciences, de l'industrie et des travaux publics.* Rédigé par un Comité d'Ingénieurs, Architectes, Constructeurs, Industriels et Jurisconsultes, sous la direction de H. Rodier. *Chaudières à vapeur (chaudières industrielles et accessoires)* (in-8°, 315 × 225 de 53 p.). Paris, 64, rue de la Victoire. (Don de l'auteur.) 43474

Shanghaï Society of Engineers and Architects. Proceedings of the Society and Report of the Council 1903-1904 (in-8°, 215 × 140 de 206 p.). Shanghaï, North China Herald Office, 1904. (Don de M. J.-J. Chollot, M. de la S.) 43514

Société industrielle de Mulhouse. Programme des prix proposés en assemblée générale le 29 juin 1904 à décerner en 1905 (in-8°, 255 × 165 de 58 p.). Mulhouse, Vve Bader et Cie. 43477

Society of Engineers. Transactions for 1903 and General Index 1857 to 1903 (in-8°, 255 × 140 de 274 p. avec 6 pl.). London, E. and F. N. Spon, 1904. 43380

The Journal of the Iron and Steel Institute. Vol. LXV. N° I. 1904 (in-8°, 220 × 140 de XIII-768 p. avec 26 pl.). London, E. and F. N. Spon Limited, 1904. 43466

The Journal of the Iron and Steel Institute. Supplement to Vol. LXV (in-8°, 220 × 140 de 151 p. avec 22 pl.). London, E. and F. N. Spon Limited, 1904. 43467

Transactions of the American Society of Civil Engineers Vol. LII. June 1904 (in-8°, 230 × 150 de V-567 p. avec 24 pl.). New-York, Published by the Society, 1904. 43454

Transactions of the North-East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders. Volume XX. Twentieth session 1903-1904 (in-8°, 245 × 150 de LXXIV-275 p. avec 25 pl.). Newcastle-upon-Tyne and London, Andrew Reid and Company, 1904. 43508

Université de Liège. Association des Élèves des Écoles spéciales. Rapport annuel présenté à l'assemblée générale du 30 octobre 1903, en conformité de l'art. 50 du règlement, par M. Jules Gouttier. Rapport du Bibliothécaire. Rapport du Directeur du Bulletin. Liste des Membres pour 1903-1904 (in-8°, 235 × 155 de 31 p.). Liège, Imprimerie moderne. 43507

World's Fair Souvenir of the Engineers'Club of Saint-Louis, 1904 (in-8°, 230 × 155 de 181 p.). (Don de Engineers'Club of Saint-Louis.) 43417

Travaux publics.

Annales des Ponts et Chaussées. 1re Partie. Mémoires et Documents. 74e année. 8e série. Tome XIV, 1904. 2e trimestre (in-8°, 255 × 165 de 324 p. avec pl. 5 à 10). Paris, E. Bernard 1904. 43464

Annuaire du Ministère des Travaux publics pour l'année 1904 (in-8°, 215 × 135 de 852 p.). Paris, E. Bernard, 1904. 43489

Comité de conservation des monuments de l'art arabe. Exercice 1902. Fascicule dix-neuvième. Procès-verbaux des séances. Rapports de la Section technique suivis d'un appendice avec 8 planches, par M. Max Herz Bey (in-8°, 240 × 155 de III-193 p. avec 8 pl.). Le Caire, Imprimerie de l'Institut français d'archéologie orientale, 1902. 43419

Cornier (N.). — *Notice sur les ciments de Grenoble publiée à l'occasion de la XXXIIIe session de l'Association française pour l'avancement des sciences*, par N. Cornier (in-4°, 240 × 185 de 29 p.). Grenoble, Allier frères, 1904. (Don de l'auteur.) 43384

Magrini (Ing. E.). — *Le Abitazioni popolari* (case operaie) dell'Ing. Effren Magrini (Manuali Hoepli) (in-16°, 150 × 100 de XIII-309 p. avec 151 fig.). Milano, Ulrico Hoepli, 1905. (Don de l'éditeur). 43470

Roemmelt (A.). — *Fabrication de la pierre artificielle silico-calcaire*, par André Roemmelt (in-8°, 235 × 155 de 56 p. avec 8 fig.). Paris, Siège social. (Don de la Société pour la fabrication mécanique de la pierre artificielle). 43434

Sampaio (Dr C.). — *Club de Engenharia. Tratamento bacteriologico das aguas de esgoto*. Parecer apresentado na Sessão do Conselho Director de 20 de Agosto de 1904, pelo Dr Carlos Sampaio (in-8°, 270 × 180 de 15 p.). Rio de Janeiro, 1904. (Don de M. E. Ferreira Cardoso de la part de l'auteur, M. de la S..) 43527

Wasserwerke der Stadt Wiesbaden. Mitteilungen über das Ozon-Werk zur Trinkwasser-Sterilisierung in Schierstein a. R. (in-4°, 340 × 210 de 16 p.-10 p. avec 2 pl. et 3 tabl.). Wiesbaden, Carl Ritter, 1904. (Don de M. Halbertsma, M. de la S.) 43395

Watson (H.-S.). — *Bacterial Sewage-disposal Works at Ash, Dover*, by Hugh Sextus Watson. (Excerpt Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. CLVI. Session 1903-1904. Part. II) (in-8°, 215 × 140 de 16 p. avec 5 fig.). London, William Clowes and Sons. (Don de l'auteur.) 43531

Voies et Moyens de Communication et de Transport.

Annuaire de l'Administration des Postes et des Télégraphes de France pour 1904. Soixante-quatorzième année. Manuel à l'usage du Commerce, de la Finance et de l'Industrie (in-8°, 240 × 155 de XVI-368-180 p.). Paris, Paul Dupont, 1904. 43486

MEMBRES NOUVELLEMENT ADMIS

Les Membres nouvellement admis pendant le mois d'octobre 1904 sont :

Comme Membres Sociétaires Titulaires, MM. :

E.-E. Blangille,	présenté par MM.	Hicguet, P. Escande, L. Escande.
H.-E. Boyer,	—	Damoiseau, Gauchot, Lemetais.
H.-M.-J.-A. Chapot,	—	Arbel, Bel, Gruner.
H. Darcy,	—	Couriot, Cornuault, Gruner.
M.-W. Davies,	—	Alfassa, Durassier, Manoach.
V.-P. Miard-Pachot,	—	Godfernaux, J. Michaud, Pommier.
H.-L. Monnory,	—	P. Buquet, Bodin, Couriot.
A. Russac	—	Bouvard, Cottavoz, Gouguet de Girac.

Comme Membre Associé, M.

A. Magnère, présenté par MM. Bel, Janin, Bergeron.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE SEPTEMBRE 1904

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 7 OCTOBRE 1904

Présidence de M. H. Couriot, Président.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

M. le Président a le regret de faire connaître les décès d'un nombre relativement considérable de nos Collègues, survenus pendant les vacances; ce sont ceux de MM. :

Baudet, Émile, ancien Élève de l'École Centrale (1858), Membre de la Société depuis 1865, Officier de la Légion d'Honneur, Constructeur de ponts et travaux en fer, ancien Président de la Chambre syndicale des Constructions métalliques;

Biju-Duval, Paul, ancien Élève de l'École Centrale (1876), Membre de la Société depuis 1879, Régisseur de l'Usine à gaz de Saint-Mandé;

Billaudot, Louis, ancien Élève de l'École Centrale (1872), Membre de la Société depuis 1880, Fabricant de colles et gélatines, engrais et acide sulfurique;

Boreyscha, Pierre, Membre de la Société depuis 1885, Ingénieur des voies de communication, Conseiller d'État en Russie;

Clamens, Jean-Baptiste, ancien Élève de l'École des Arts et Métiers d'Aix (1853), Membre de la Société depuis 1880, Ingénieur Civil;

Couard, Félix, Ancien Elève de l'École des Mines de Paris, Membre de la Société depuis 1865, Ingénieur du service des approvisionnements au Chemin de fer P.-L.-M., en retraite;

Denize, François, ancien Élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers (1869), Membre de la Société depuis 1877; a été Ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille et Ingénieur principal des fonderies et ateliers de Fourchambault et de la Pique, Entrepreneur de travaux publics;

Féraud, Edgard, ancien Élève de l'École Centrale (1883), Membre de la Société depuis 1899, Ingénieur Chef du service technique de la Société Navale de l'Ouest;

Gayda, Jean, ancien Élève de l'École d'Arts et Métiers d'Aix (1855), Membre de la Société depuis 1881, ancien Inspecteur du matériel au Chemin de fer du Nord de l'Espagne, Ingénieur chef des travaux, professeur de mécanique à l'École municipale Diderot;

Letaud, Henri, ancien Élève de l'École des Mines de Saint-Étienne (1842), Membre de la Société depuis 1883, ancien Directeur des usines de Bessèges et des fonderies et forges de l'Eure;

Lorilleux, Charles, Membre de la Société depuis 1894, Chevalier de la Légion d'Honneur, Conseiller du Commerce extérieur de la France, Gérant de la maison Ch. Lorilleux et Cie;

Mason, Théodorus, Membre de la Société depuis 1878, Chevalier de la Légion d'Honneur, Officier de marine des États-Unis;

Peltier, Charles, ancien Élève de l'École Centrale (1866), Membre de la Société depuis 1897, ancien Inspecteur principal du mouvement des Chemins de fer du Nord;

Petit, Lucien, ancien Élève de l'École Centrale (1868), Membre de la Société depuis 1873, ancien Agent principal de la maison Lobereau, Meurgey et Cie.

Post, Willem, Membre de la Société depuis 1883, Chevalier de la Légion d'Honneur, Ingénieur principal des voies et travaux aux chemins de fer de l'État Néerlandais. M. Post est l'inventeur de la traverse métallique pour chemins de fer qui porte son nom. Notre Président et Collègue, M. Aug. Moreau, a bien voulu se charger de rédiger une notice nécrologique sur M. Post, dont tous ceux qui ont pris part aux réceptions et voyages qui ont eu lieu depuis 1883 ont conservé le meilleur souvenir;

Robert, Alphonse, ancien Élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons (1854), Membre de la Société depuis 1898, ancien Directeur des usines de Couëron;

Rouvière, Luis, Membre de la Société depuis 1889, Officier de la Légion d'Honneur; a été Directeur des Chemins de fer de Saragosse à Pampelune et Barcelone et Vice-Président de la Société Planas, Flaquer et Co, Constructeurs;

Rousse, Xavier, ancien Élève de l'École Centrale (1883), Membre de la Société depuis 1901, Ingénieur de la construction des Chemins de fer P.-L.-M.;

Seguin, Augustin, Membre de la Société depuis 1879, Ingénieur Civil, ancien Administrateur des forges de l'Horme;

Sijmons, Membre de la Société depuis 1890, Ingénieur Civil et Directeur technique de la Société pour fabriquer les machines à composer « Monolines »;

Siméon, Henri, ancien Élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons (1853), Chef du bureau des études (locomotives) des Chemins de fer de l'Est;

Straw, Charles-Hamilton, Membre de la Société depuis 1901, Directeur de la Compagnie nationale des Radiateurs;

Thibault, Louis, ancien Elève de l'Ecole Centrale (1881), ancien Administrateur Délégué de la Société anonyme des Papeteries de Champagne et Secrétaire général de la Société anonyme des Chantiers et Ateliers de Provence.

M. le Président adresse aux familles de tous ces Collègues, et particulièrement à M. Baudet, Membre du Comité, douloureusement frappé par la mort de son père, l'expression des sentiments de profonde sympathie de la Société.

M. le Président a le plaisir d'annoncer les décorations et nominations suivantes. Ont été nommés :

Grand Officier de la Légion d'Honneur : M. Doniol;

Chevaliers de la Légion d'Honneur : MM. M. Baer, A. Dallot, E. Delmas, J. Groselier, A. Massé;

Officiers de l'Instruction Publique : MM. F.-L. Barbier et H-L. Blouin;

Officiers d'Académie : MM. A.-P. Champin, G.-E.-A. Hallam de Nittis, G.-L.-A. Ligny, E.-J. Maire, Marchais;

Chevaliers du Mérite Agricole : MM. R. Armengaud, Ed. Michaud, B.-Ch. Rouhard, E.-P. Sabrou;

Commandeur du Cambodge : M. H. Béliard;

Officier du Nicham Iftikhar : M. Schmid;

Chevalier de la Couronne de Roumanie : M. R. Armengaud;

Chevalier de l'Ordre de Léopold de Belgique : M. F.-M. Richard.

M. Max Richard a également été nommé Président de la Chambre syndicale de l'Automobile.

MM. P. Guéroult et Ch. Jablin Gonnet ont été nommés Conseillers du Commerce extérieur de la France.

M. le Président adresse à ces Collègues les félicitations de la Société tout entière.

M. le Président annonce également que M. E. Schneider l'a informé que les médailles relatives aux dix-sept Prix fondés par la famille de feu M. Schneider, notre regretté Collègue, sont terminées et que la remise va en être faite incessamment aux lauréats.

Une Exposition de minerais et de travaux hydrauliques de Catalogne et des Iles Baléares s'est ouverte à Barcelone le 25 septembre dernier; la durée en sera de quatre mois;

Le premier Congrès international d'assainissement et de salubrité de l'Habitation se tiendra au Grand-Palais des Champs-Élysées du 1er au 8 novembre prochain;

La septième Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, organisée par l'Automobile-Club de France, se tiendra au Grand-Palais des Champs-Élysées du 9 au 25 décembre prochain.

Le 43e Congrès des Sociétés Savantes se tiendra, à Alger, en 1905. La séance d'ouverture aura lieu le 19 avril 1905.

Une Exposition internationale s'ouvrira, à Liège, fin avril 1905.

Il n'est pas douteux qu'un grand nombre d'entre nous ne tiennent à honneur d'exposer dans cette Exposition, comme nous l'avons fait déjà dans les Expositions précédentes d'Anvers, Liège, etc.

A ce sujet, M. le Président a le plaisir d'annoncer que notre Collègue, M. Sartiaux, Membre de la 6e Section du Comité, a été nommé Président du Groupe V (Électricité) de cette Exposition.

M. le Ministre des Travaux Publics nous transmet un avis relatif à la mise au concours, par la municipalité de Varna (Bulgarie), des plans de deux projets ayant respectivement pour but la canalisation des eaux d'égout et l'adduction d'eau dans la ville.

Les documents relatifs à ces divers avis sont déposés au Secrétariat Administratif.

M. le Président dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance. Cette liste sera insérée dans un des prochains Bulletins.

M. le Président fait connaître que MM. Hospitalier et Picou, lauréats *ex æquo* du prix H. Coignet, ont fait don chacun d'une somme de 50 f pour le fonds de secours. Il leur adresse les vifs remerciements de la Société.

Un pli cacheté a été déposé le 21 juillet par notre Collègue, M. Esnault-Pelterie. Ce pli a été déposé aux archives.

M. le Président fait connaître que, grâce aux libéralités de M. G. Canet, notre ancien Président, et à celles de la famille de M. H. Hersent, notre ancien et regretté feu Président, la Société va avoir à distribuer des Prix qui porteront le nom de « Prix G. Canet » et « Prix H. Hersent ». M. le Président fait donner lecture des règlements de ces Prix.

Prix G. Canet.

(Sexennal).

Fondation G. Canet.

Règlement adopté par le Comité dans la séance du 7 octobre 1904.

I

Conditions générales. — Les intérêts provenant des fonds de la donation G. Canet seront affectés :

1° A la distribution d'un Prix tous les six ans, dont le montant sera de 6000 f;

2° A la distribution d'un autre Prix, également tous les six ans, consistant en une médaille d'or d'une valeur de 400 f environ.

Ce dernier Prix sera distribué trois ans après le premier, de façon que, dans chaque période de trois ans, il y ait alternativement le Prix de 6000 f et la médaille d'or de 400 f.

II

1° Le Prix Sexennal de 6000 f sera décerné dans la séance plénière de juin, à toute personne de nationalité française qui, par ses actes ou ses écrits aura, dans la période correspondante, contribué à défendre ou à faire progresser la question du recrutement des Ingénieurs de l'État, dans le sens de la liberté, et sans distinction d'origine;

2° Le Prix Sexennal de 400 f sera distribué dans la séance plénière de juin et réservé aux Membres de la Société, du Comité et du Bureau.

L'attribution à laquelle il devra être affecté sera décidée par le Jury, dans l'une de ses premières réunions, l'année même où ce Prix de 400 f devra être décerné;

3° Le Jury de chaque Prix sera composé du Président, du Vice-Président de la Société, des Présidents de Sections et des anciens Présidents.

Dans le cas où l'un des Membres du Jury désirerait concourir, il devra se récuser par écrit, au plus tard dans le mois de février qui précédera l'attribution du Prix;

4° Si le Prix de 6000 f n'est pas décerné ou ne l'est qu'en partie, la somme restant disponible, jusqu'à concurrence de 6000 f, sera versée au capital de la fondation en vue d'en augmenter les revenus;

5° Si le Prix de 400 f n'est pas décerné ou ne l'est qu'en partie, l'attribution de la somme disponible sera laissée à la décision du Jury;

6° L'excédent annuel des revenus, défalcation faite des sommes nécessaires à réserver pour former tous les six ans la somme de 6000 f et la somme de 400 f, sera employé par le Jury comme bon lui semblera.

Prix Hildevert Hersent.

(Quinquennal).

FONDATION DE LA FAMILLE HERSENT.

Règlement adopté par le Comité dans la séance du 7 octobre 1904.

I

Dispositions générales. — Les intérêts produits par les valeurs acquises en représentation des 20000 f, fondation de la famille Hersent, serviront à distribuer :

1° Des secours annuels et

2° Un Prix tous les cinq ans.

II

1° Le Prix sera représenté par une médaille d'or, frappée au coin spécial de la Société et d'une valeur de 400 f;

2° Seront admis à concourir tous les mémoires originaux et inédits, remis à la Société ou parus dans ses bulletins pendant chaque période de cinq ans précédant l'année où doit être décerné le Prix, et rédigés par les Membres de la Société, du Comité et du Bureau sur *les procédés et dispositifs nouveaux appliqués dans les travaux de fondation d'ouvrages maritimes et de grands ouvrages fluviaux tels que : murs de quais, bassins de radoub, jetées, digues à la mer, dragages, dérochements, etc.;*

3° Seront admis à concourir tous les mémoires traitant de l'un des sujets ci-dessus y compris les mémoires qui auraient pu être l'objet d'un Prix de la Société au cours de la période quinquennale;

4° Le Prix sera décerné dans la séance plénière du mois de juin de la Société des Ingénieurs Civils de France;

5° Le Jury se réunira dans les trois premiers mois de l'année où le

Prix devra être décerné; il sera composé du Président de la Société, du Vice-Président et des six Présidents de Section;

6° Dans le cas où des Membres du Bureau et du Comité, en fonctions pendant l'année où le jugement doit être rendu, et faisant partie du Jury, désireraient concourir, ils devront se récuser par écrit au plus tard dans le mois de février de l'année correspondante;

7° Dans le cas où aucun mémoire ne serait jugé digne d'être récompensé, le montant du Prix sera versé au fonds de secours.

Après lecture de ces deux règlements, M. le Président propose à l'Assemblée de voter de chaleureux remerciements à l'adresse de M. G. Canet, ancien Président, et de la famille du regretté ancien Président, H. Hersent.

Ces remerciements sont votés par acclamation.

M. A. Tellier a la parole pour sa communication sur *les Canots automobiles à grande vitesse.*

M. A. Tellier dit que la navigation automobile est en ce moment à l'ordre du jour. Il était, du reste, à prévoir que la propulsion des bateaux profiterait des grands avantages que possède sur la vapeur le moteur à explosions, surtout depuis que celui-ci a atteint le degré de perfection actuel.

L'engouement s'en mêlant, il ne se passe guère de semaine, sans que les quotidiens n'annoncent la création d'une nouvelle épreuve. Il faut voir là une heureuse émulation pour une industrie naissante, qui ne peut manquer, sous de si favorables auspices, de suivre le développement de son aînée, la locomotion automobile.

Aux courses devenues annuelles de Monaco, Paris à la mer, etc., s'ajoutent maintenant celles du Havre à New-York, d'Alger à Toulon, du Tour de France, en attendant les autres! C'est, diront les uns, aller peut-être un peu vite en besogne, mais enfin l'idée est lancée et elle suit son chemin.

Des fanatiques voient même déjà les machines à vapeur des torpilleurs remplacées par des moteurs à pétrole.

On n'en est pas encore là, malgré le progrès énorme réalisé depuis deux ans; et les plus gros moteurs à pétrole marchant industriellement dans des bateaux ne dépassent guère 150 ch.

M. Tellier a donc pensé qu'il serait peut-être intéressant de publier les résultats d'essais qu'il a effectués depuis trois ans avec différents bateaux rapides actionnés par des moteurs à pétrole à grande vitesse.

Ce sont : *Lutèce*, la *Rapée II*, la *Rapée III*, *Princesse-Élisabeth*, *Titan II* (ces deux derniers sont identiques), *Hotchkiss* et *Pertuisane*.

Ces résultats démontrent qu'il est possible de faire atteindre à de petits bateaux des vitesses qui auraient été reconnues impossibles à réaliser il y a seulement deux ans; ceci n'a été obtenu que grâce au faible poids spécifique du moteur à explosions.

Les vitesses obtenues actuellement ont conduit à une modification profonde dans le tracé des formes de ces bateaux, qui ne ressemblent en aucun point à celles des meilleurs bateaux extra-rapides à vapeur;

ces formes permettent d'obtenir des utilisations excellentes et de les conserver même aux vitesses extrêmes.

Le nombre de tours élevé des moteurs à explosions a nécessité une étude minutieuse des hélices, et les travaux de MM. Normand et Drzewiecky sur les propulseurs hélicoïdaux ont été d'une grande utilité pour l'étude préliminaire de ces petites hélices à nombre de tours élevés.

La construction de ces coques a profité des études faites sur celle des racers à voiles employés il y a quelques années et appelés Bulb-Keel.

Ces bateaux, avec les vitesses énormes obtenues comparativement à leur taille, ne se comportent plus du tout comme des bateaux ordinaires; ils ne divisent plus l'eau, mais planent à la surface; ils s'acheminent en somme vers l'hydroplane, et ce sera peut-être là, soit dit en passant, le moyen pratique et sans danger de lancer un aéroplane.

L'homme marche ainsi à grands pas vers la conquête de la vitesse.

M. E. Duchesne demande si, dans les bateaux dont la forme nouvelle vient d'être décrite, c'est la maîtresse section ou la plus grande largeur qui est à l'arrière.

M. A. Tellier répond que c'est la plus grande largeur. La maîtresse section est au trois quarts à l'arrière, et dans certains bateaux presque complètement à l'arrière.

C'est là une conception toute différente de ce qui se fait ordinairement et qui ne s'applique pas, tout au moins pour le moment, aux grands bateaux.

M. E. Duchesne pense, au contraire, que l'on arrivera à faire de grands navires avec des données analogues.

Pourquoi, en effet, ne pas mettre en largeur ce que l'on met en profondeur, d'autant plus que lorsque l'on aura des bateaux très larges on pourra, avec les cloisons longitudinales, assurer l'insubmersibilité des grands navires.

M. Daymard, répondant à M. Duchesne, dit qu'il n'est peut-être pas impossible en effet d'arriver pour les grands bateaux à quelque chose d'analogue à ce qu'on obtient sur les petits, mais à la condition d'y appliquer des forces proportionnelles. Pour cela, il faudra des machines extrêmement légères, permettant d'obtenir des puissances motrices dont on est encore loin actuellement.

M. E. Duchesne dit que la résistance due à B^2 et au frottement croît beaucoup plus vite que la profondeur des lignes d'eau. Dans le cas des glisseurs, l'augmentation de la force nécessaire ne croît plus comme le cube de l'augmentation de la vitesse. Il en résulte un très grand avantage en faveur des bateaux à faible tirant d'eau, larges, par conséquent.

M. G. Hart dit qu'en effet on a procédé à des études sur ce sujet.

M. E. Duchesne pense qu'il y aurait grand intérêt à les poursuivre et à les compléter, étant donné surtout que les constructeurs suivent la voie nouvelle ouverte par les grandes courses de bateaux automobiles.

Il cite comme exemple les bateaux omnibus de Paris qui sont cons-

truits dans le même ordre d'idées; leur sillage est très beau et leur utilisation excellente.

M. le Président remercie M. Tellier de la façon magistrale dont il a fait sa communication. Il a présenté des théories sur des œuvres qui lui sont personnelles, admirées par tous, jusqu'en Angleterre, et beaucoup de constructeurs de navires tiennent compte des travaux de M. Tellier. Il le remercie de nouveau tant de sa communication que de la façon libérale dont il a fait connaitre les chiffres qui lui ont permis d'obtenir un grand succès dans des courses récentes.

M. C. Birault a la parole pour sa communication sur *les Flexions des parois dans les tuyaux de grand diamètre.*

M. C. Birault se propose, dans sa communication, d'étudier les effets de forces déformatrices généralement négligées dans les calculs des conduites forcées, et qui ne sauraient plus l'être maintenant sans témérité avec les très grands diamètres que l'on adopte fréquemment pour ces conduites.

Les utilisations de la houille blanche prennent de jour en jour un essor plus considérable, et les heureux efforts de l'initiative privée ne sauraient trop être loués si l'on songe que, dans l'espace d'une vingtaine d'années à peine, et pour la seule région des Alpes, 150 000 ch hydrauliques sont déjà utilisés.

Une marche en avant aussi rapide n'a pu s'accomplir sans que la pratique devance parfois courageusement la théorie, et le plus souvent avec bonheur.

Mais les indications que peut fournir l'analyse mathématique auraient permis d'éviter parfois des mécomptes, ainsi que M. Birault le démontre par quelques exemples de canalisations existantes.

Les forces qui tendent à altérer la forme circulaire primitive de la section se réduisent généralement à deux dans la pratique : le poids propre des parois et le poids du liquide contenu. Elles tendent à ovaliser les conduites en les aplatissant contre les fondations résistantes sur lesquelles elles s'appuient. Par suite des flexions qu'elles produisent dans les parois, elles peuvent déterminer des fatigues plus grandes que celles qui sont dues à la pression du liquide.

Indépendamment de tout calcul, l'expérience a démontré qu'il est nécessaire de se préoccuper des effets des ovalisations pour les grosses conduites.

M. Birault cite pour mémoire le cas d'une conduite qui s'est aplatie complètement, lors d'une vidange brusque provoquée par la rupture d'un joint de dilatation. Il en était résulté un vide relatif dans la conduite qui n'avait pu résister ensuite à l'action de la pression atmosphérique extérieure. Il y a évidemment là un concours de circonstances accidentelles faciles à éviter, mais il est certain, d'autre part, que l'action de la pression atmosphérique serait demeurée sans effets, sans une ovalisation initiale qui peut être attribuée aux forces déformatrices signalées.

La période de remplissage est la période délicate, car la pression inté-

rieure tend ensuite à réduire les ovalisations. Lors de la mise en charge de la conduite de 2,50 m de diamètre et de 1 000 m de longueur de l'usine des Clavaux, dans l'Isère, on a observé ainsi des ovalisations très importantes auxquelles il a fallu remédier par une augmentation des surfaces d'appui des supports en maçonnerie, et par des armatures transversales s'opposant aux déformations de la canalisation.

Enfin, M. Birault examine les dispositions employées pour la canalisation de 3,30 m de diamètre et 4 700 m de longueur de l'usine de la Société hydro-électrique de Fure et Morge, à Champ (Isère).

Cette canalisation est disposée dans un berceau maçonné continu, en béton, enterré dans le sol et embrassant toute la demi-circonférence inférieure du tuyau, jusqu'à une hauteur de 0,50 m au-dessus du plan diamétral horizontal. Par suite de la grande flexibilité des tôles composant la partie aval de cette conduite, et dont l'épaisseur est de 7 mm à l'origine, la mise en place des tronçons dans leur berceau a nécessité des précautions particulières.

M. Birault cite également quelques dispositions d'armatures employées par la maison Bouchayer et Viallet, constructeurs à Grenoble, pour des canalisations importantes.

Passant ensuite à l'examen des différents modes d'appuis usités en pratique, et qu'il classe en un certain nombre de catégories, il examine tout d'abord la forme générale sous laquelle vont se présenter les formules théoriques à employer, puis il indique la *loi générale de proportionnalité* des moments fléchissants sous l'action du poids propre des parois et du poids du liquide contenu. Une analyse détaillée montre que cette loi demeure rigoureuse, quelle que soit la disposition des appuis. Il en résulte une très grande simplification dans les formules puisque les deux groupes de forces déformatrices, poids des parois et poids du liquide, donnent des moments fléchissants qui varient suivant la même loi et peuvent se traduire par une même fonction trigonométrique de l'angle au centre définissant dans le cercle la position d'un point quelconque de la paroi.

En reprenant ces calculs par une méthode différente, M. Duplaix, professeur à l'École Centrale, a retrouvé la même loi de proportionnalité pour les efforts tranchants en chaque point de la paroi, il n'y a que les efforts normaux qui diffèrent.

Les fonctions trigonométriques donnant les moments de flexion dans les parois peuvent être traduites par des courbes, qui permettent d'en analyser plus facilement les résultats, et M. Birault en fait des projections qui montrent l'influence des dispositions des appuis.

Il cite ensuite des résultats numériques correspondant à quelques cas particuliers, et qui font ressortir l'importance des efforts secondaires.

Puis il montre quelles sont les conclusions à tirer de ces recherches, au point de vue pratique, notamment pour la position des rivures longitudinales dans les conduites en tôle et pour le choix des meilleures dispositions à adopter pour les armatures. Enfin il indique l'utilité que peuvent présenter ces formules pour le calcul du travail des tôles dans les chaudières à vapeur.

En terminant, M. Birault remercie tous ceux de nos Collègues qui

lui ont fourni avec une si grande obligeance les renseignements qui lui étaient nécessaires, et tout spécialement notre éminent Collègue, M. Ribourt, professeur à l'École Centrale.

Il remercie également notre Président de l'année dernière, M. P. Bodin, dont la bienveillance l'a encouragé à poursuivre ses recherches théoriques sur cette question.

M. P. Bodin signale l'intérêt qu'il y aurait de poursuivre cette étude pour des pressions d'eau s'exerçant de l'extérieur vers l'intérieur.

Il demande si M. Birault n'a pas fait des recherches dans ce sens.

M. Birault répond qu'il a étudié ce cas, pour lequel il a établi des formules analogues à celles qui viennent d'être exposées. Ce problème présente, en ce moment même, un intérêt tout particulier, en raison des travaux à l'étude pour la traversée sous la Seine des nouvelles lignes du chemin de fer métropolitain.

M. le Président remercie M. Birault de son intéressante communication. Notre Collègue a présenté d'une façon très élégante une solution ingénieuse du problème qu'il a étudié et a démontré notamment qu'il n'était pas indifférent, dans la construction et dans la pose, de disposer les rivures en un point quelconque des tuyaux.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. E.-E. Blangille, H.-E. Boyer, M.-J.-A.-H. Chapot, H. Darcy, comme Membres Sociétaires Titulaires, et de

M. A. Magnère comme Membre Associé.

MM. W. Davies, P.-V. Miard-Pachot, A. Russac, H.-L. Monnory sont admis comme Membres Sociétaires Titulaires.

La séance est levée à 11 heures.

L'un des Secrétaires techniques,
F. Taupiat de Saint-Symeux.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 21 OCTOBRE 1904

Présidence de M. Hillairet, Président de la 6e section.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

M. le Président a le regret de faire connaitre le décès de MM. :

Détrois, André, ancien Élève de l'Ecole Centrale (1874), Membre de la Société depuis 1898, ancien Directeur de la Société Continentale d'Automobiles, Administrateur-Délégué de la Société de transports et travaux publics;

Gross, Robert, Membre de la Société depuis 1897, Directeur de la Société franco-hellénique d'explosifs et de produits chimiques, Secrétaire-Trésorier de la Chambre de commerce française d'Athènes;

Langlois, Victor, ancien Élève de l'École d'Arts et Métiers de Châlons (1881), Membre de la Société depuis 1894, Ingénieur-Constructeur électricien;

Philippon, Ernest, ancien Elève de l'École Centrale (1862), Membre de la Société depuis 1879, Architecte, Administrateur-Délégué de la Société Générale de location de locomobiles.

M. le Président adresse aux familles de tous ces Collègues, l'expression des sentiments de profonde sympathie de la Société.

M. le Président a le plaisir d'annoncer les décorations et nominations suivantes :

Officier de la Légion d'honneur : M. A. Résimont;

M. E. Javaux a été nommé Président du Comité d'admission et d'installation de la classe 23 de l'Exposition de Liège.

M. le Président adresse à ces Collègues les félicitations de la Société toute entière.

M. le Président adresse à M. R. Grosdidier qui, à l'occasion du paiement de sa cotisation, a fait don pour le fonds de secours d'une somme de 64 f, les vifs remerciements de la Société.

M. le Président dépose sur le bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance. Cette liste sera insérée dans un prochain Bulletin.

M. M. Dibos a la parole pour sa communication sur la *Recherche et le dragage des torpilles vigilantes.*

M. M. Dibos expose qu'en raison de la guerre russo-japonaise, de nombreux navires ont été coulés aux abords de Port-Arthur, dans la baie de Corée et le golfe du Petchili. Les statistiques officielles évaluent déjà à 250 millions la valeur des épaves gisant au fond de l'eau. Toutefois, comme les bâtiments sombrés ou torpillés reposent par des pro-

fondeurs qui atteignent en moyenne, et par basses mers, une vingtaine de mètres au maximum, on peut compter, après la fin des hostilités actuelles, arriver jusqu'à ces épaves et en extraire de nombreux matériaux et objets de valeur, probablement même renflouer certains de ces navires. Ces opérations ne sauraient être menées à bien qu'à la condition d'assurer la sécurité des chantiers sous-marins, en débarrassant les eaux considérées de la rencontre dangereuse des torpilles vigilantes qui les parsèment incognito.

Décrivant les modèles employés par les Russes et les Japonais pour leurs torpilles vigilantes, le conférencier en montre les effets terribles et étudie ensuite les méthodes les meilleures pour rechercher et draguer ces engins explosifs. La tessure qui sert à la pêche du hareng rendrait de grands services pour faire incliner sans risques, les torpilles, les faire détoner, et les draguer. D'autres procédés sont également exposés successivement.

M. le Président remercie M. Dibos de sa communication, dont le sujet émeut tout le monde, et en particulier les Ingénieurs chargés de préparer l'outillage de la guerre aussi bien que l'outillage du commerce.

M. le Président, avant de donner la parole à M. Hospitalier, fait connaître que notre Collègue, M. Bouvier, de Lyon, a adressé à la Société une lettre qui sera insérée *in extenso* au *Bulletin* et dont voici le résumé :

Exposé des motifs qui militent en faveur de l'adoption de règles uniformes dans l'emploi des abréviations et notations typographiques usuelles du langage technique.

I. L'observance du système métrique décimal;

II. L'expression au moyen d'abréviations en caractères romains des unités du système métrique;

III. L'adoption dans des Congrès internationaux successifs des notations symboliques électriques que la Société Internationale des Électriciens a fait connaître et qui, par un accord général, sont passées en force de loi à l'étranger;

IV. L'existence des notations convenues pour les unités de temps, d'angle, etc., et l'utilité de s'entendre pour la désignation des échelles:

V. Et qui conclut en proposant :

1° L'adoption officielle par la Société des Ingénieurs Civils de France, en vue de ses publications, texte et dessins, d'un tableau relatif aux abréviations techniques usuelles;

2° L'adoption d'un tableau du même genre, relatif aux symboles, qui devra être conforme, en ce qui concerne l'électricité, aux conclusions des Congrès internationaux d'électriciens.

M. Ed. Hospitalier a la parole pour sa communication sur *l'Unification du langage et des notations techniques*.

M. Ed. Hospitalier s'excuse d'aborder devant la Société l'examen d'une question si peu intéressante par sa nature, mais d'une importance primordiale en présence du développement si rapide de la science industrielle depuis un quart de siècle, et de la nécessité chaque jour plus grande de s'entendre au moins sur les mots et les notations, afin d'évi-

ter les confusions qui feront du langage technique, avant peu, si l'on n'y met ordre, quelque chose d'analogue à la légendaire tour de Babel.

En participant à ce mouvement d'unification, la *Société des Ingénieurs Civils de France* ne fera pas œuvre isolée, car elle ne fera que continuer l'œuvre commencée dès 1875 par la *Physical Society*, de Londres, et continuée depuis en 1879, par le Bureau international des Poids et Mesures; en 1881, par le Congrès international des Électriciens de Paris; en 1885, par la Société Internationale des Électriciens; en 1889, par les Congrès de mécanique appliquée et d'électricité de Paris; en 1891, par le Congrès international des Électriciens de Francfort; en 1893, par le Congrès international des Électriciens de Chicago; en 1896, par le Congrès de Genève; en 1900, par le Congrès international d'électricité de Paris; en 1903, par la Société électrotechnique de Berlin, la Société technique de l'industrie du Gaz en France, et l'Association électrotechnique italienne; en 1904, par la Société internationale des Électriciens, et un véritable syndicat de Sociétés savantes américaines, syndicat dont fait partie le Bureau national des étalons des États-Unis.

On voit, par cette énumération rapide, que le mouvement a été surtout provoqué par les Associations électriques, mais il nous a semblé que les mécaniciens ne pouvaient rester en dehors de ce mouvement, et que l'unification pour la nouvelle industrie, l'industrie électrique, ne pouvait être mauvaise pour l'ancienne, l'industrie mécanique, dont le langage, la correction et la précision ne sont plus, nous le prouverons dans un instant, à la hauteur des besoins et des progrès modernes.

L'*utilité* d'une unification n'est pas à démontrer.

La *nécessité* d'une unification est établie par ce seul fait que, dans un *Formulaire* récent résumant les principaux cours professés à l'École Centrale, M. Ed. Hospitalier a trouvé, non seulement un grand nombre de termes incorrects ou inexacts, mais encore des notations très différentes d'un cours à l'autre, et de nature à compliquer les études et les travaux de nos jeunes futurs Ingénieurs. Ainsi, par exemple, on emploie 3 symboles différents pour le temps, le travail, la densité et le moment d'une force, 4 pour le volume et la vitesse angulaire, 5 pour la surface et la vitesse, 8 pour la force et 9 pour la puissance !

La *possibilité* d'une unification est établie par les précédents fournis par la science électrique. Il suffit de mettre un peu de bonne volonté, un peu de raisonnement et un peu moins de routine. Une terminologie rationnelle doit s'appuyer sur un petit nombre de principes dont l'application rigoureuse et sans exception fait de la langue technique un véritable *esperanto* automatique, sans rien sacrifier du génie même de la langue française, mais en renforçant, au contraire, sa méthode, sa rigueur et sa clarté.

Le premier principe consiste à admettre la *tyrannie* dans les mots, tout en respectant la liberté dans les idées. Il en découle tout naturellement l'obligation d'employer :

Un mot et un seul mot, pour désigner chaque chose différente d'une autre chose.

Un mot spécial pour chaque chose nouvelle, mot nouveau, ou mot composé rappelant les choses dont la chose nouvelle dérive.

Comme conséquence, un mot consacré par l'usage, à tort ou à raison, pour désigner une chose déterminée, ne doit jamais être repris pour désigner une chose nouvelle, sous peine de confusion.

En appliquant ces principes aux grandeurs physiques (mécaniques, thermiques, optiques et électriques), on est conduit à distinguer pour chacune d'elles :

1° Un *nom* pour la grandeur;
2° Un *symbole* pour la représenter dans les équations;
3° Une *formule de définition*;
4° Une *formule de dimensions*;
5° Une *unité de mesure* de la grandeur;
6° Des *multiples* ou *sous-multiples* (décimaux en général) de cette unité de mesure, employés en pratique;
7° Des *abréviations* de ces unités.

En appliquant ces règles, on voit qu'un nom de grandeur ne doit renfermer que des grandeurs, et un nom d'unité ne doit renfermer que des unités. Il est donc incorrect de parler de vitesse par seconde, de vitesse par heure, de travail par unité de temps, d'accélération par seconde, etc. tous mots hybrides renfermant à la fois des grandeurs et des unités, et ne constituant, par suite, ni une grandeur ni une unité.

Il convient également de ne jamais employer le nom d'une grandeur en l'appliquant à une autre grandeur; force au lieu de puissance, force au lieu de travail, pression au lieu de force, vitesse au lieu de vitesse angulaire, etc.

En ce qui concerne le *poids* d'un corps, mot vague, il y a lieu de distinguer, par l'emploi de symboles différents, s'il s'agit de la masse du corps M, ou de la force F qu'exerce la pesanteur sur ce corps, sous peine de détruire l'homogénéité des formules, en prenant l'une pour l'autre.

Pour les unités, il convient de toujours indiquer *en entier* le nom d'une unité composée. Ainsi, une vitesse devra s'exprimer non pas en mètres ou en kilomètres, mais en mètres par seconde ou en kilomètres par heure; une accélération, en mètres par seconde par seconde, et non pas en mètres; une vitesse angulaire, en tours par minute ou en tours par seconde, et non pas en tours (1); une pression, en kilogrammes par centimètre carré, et non pas en kilos, le mot kilo étant un préfixe multipliant par 1 000 la valeur d'une unité, mais n'étant pas lui-même une unité.

Pour distinguer les *symboles* des unités et de leurs abréviations, il suffit d'adopter la convention déjà très répandue en France, en Allemagne et aux États-Unis, et qui consiste à représenter *tous* les symboles, majuscules ou minuscules, par des lettres « *italiques* » ou des caractères spéciaux (grec, ronde, etc.), et toutes les unités et abréviations par des caractères « romains » (bas de casse), disposés sur la ligne, après la partie décimale du nombre, s'il en comporte une. Cette notation rationnelle est une conséquence naturelle du développement de l'emploi de la machine à écrire.

(1) La création de turbo-moteurs faisant jusqu'à 500 tours par seconde rend particulièrement nécessaire la spécification précise et complète de l'unité de vitesse angulaire.

Les abréviations des unités métriques sont d'ailleurs fixées en France par décret du 11 juillet 1903, et il n'y a qu'à étendre leur application aux autres unités, en suivant les règles de formation que ce décret met en relief.

En terminant, M. Hospitalier résume les règles de formation des grandeurs et des unités physiques et, en s'appuyant sur les décisions internationales des Congrès, du Bureau des Poids et Mesures, et sur le décret du 11 juillet 1903, il a dressé un tableau renfermant l'ensemble des notations qui lui semblent les plus rationnelles et dont la plupart ont reçu, d'ailleurs, une sanction officielle.

Il propose que ce tableau soit soumis à une Commission compétente choisie par le Comité de la *Société des Ingénieurs Civils de France*. Après examen et modifications, il serait adopté provisoirement par la Société pour une période à déterminer, en vue de le perfectionner par l'expérience avant d'en faire l'adoption définitive.

Personne ne demandant la parole au sujet de la communication de M. Hospitalier, M. LE PRÉSIDENT dit qu'il transmettra au Bureau la proposition de notre Collègue de nommer une Commission chargée d'étudier cette question.

La Société des Ingénieurs Civils de France applique depuis plus d'un an, dans ses publications, les décisions du décret auquel notre Collègue a fait allusion et, à cette occasion, M. le Président est heureux de rappeler que l'on doit à M. Hospitalier un certain nombre de termes tels que les mots « transformateur » et « polyphasé » qui sont maintenant d'usage courant. Il en est de même de « l'accélération qui s'exprime en « mètres par seconde par seconde » et de la « puissance qui est le quotient d'un travail par un temps ».

En terminant, M. le Président remercie vivement M. Hospitalier de son intéressante communication.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de

MM. A. Barbezat, J.-G. Barbier, A.-S. Bœuf, R. Carmine, L. Chapron, H. Edeline, H. Emerson, L. Garnier, G. Gayatto, P. Godard, E. Gorju, F. Haussy, H.-A. Julliot, G.-S. Lemire, J.-R.-G. Monniot, E. Pinson, P.-V. Parsy, L.-A. Pilliard, E.-A. Poulot, M.-E. Poulot, F. Ruff, M. Zogatchewski, comme Membres Sociétaires Titulaires;

M. H.-L.-X. Lemaire, A.-J.-J. Merciot, G.-L.-A. Vernon, comme Membres Sociétaires Assistants, et

MM. H.-G.-E. Boivin, F. Cattaneo, L.-C. Delachaux, comme Membres Associés.

MM. E.-E. Blangille, H.-E. Boyer, M.-J.-A.-H. Chapot, H. Darcy sont admis comme Membres Sociétaires Titulaires, et

M. A. Magnère comme Membre Associé.

La séance est levée à 10 heures et demie.

L'un des Secrétaires techniques,
F. TAUPIAT DE SAINT-SIMEUX.

FLEXIONS DES PAROIS[1]

DANS LES TUYAUX DE CONDUITES DE GRAND DIAMÈTRE

PAR

M. C. BIRAULT

Considérations générales.

Les utilisations de la houille blanche prennent de jour en jour un essor plus considérable, et toutes les questions qui s'y rattachent présentent par cela même le plus grand intérêt.

C'est à ce titre que nous recommandons les recherches théoriques que nous venons exposer ici, sur les flexions des parois dans les tuyaux de conduite de grand diamètre.

Les canalisations forcées sont aujourd'hui l'objet d'études nombreuses et intéressantes justifiées par l'importance de leurs fonctions, dans les installations hydrauliques dont elles doivent assurer la puissance.

Nous nous sommes proposé d'étudier les effets de forces déformatrices généralement négligées dans les calculs, et qui ne sauraient plus l'être maintenant sans témérité, avec les très grands diamètres que l'on adopte fréquemment pour les conduites forcées.

Dans la mise en valeur de richesses naturelles demeurées si longtemps sans emploi, l'initiative privée a montré qu'elle était capable des plus heureux efforts, et l'on ne saurait trop l'en féliciter si l'on songe que dans l'espace d'une vingtaine d'années à peine, et pour la seule région des Alpes, 150 000 ch hydrauliques sont déjà utilisés. Et tout cela est peu de chose, en comparaison de ce qu'il est permis d'entrevoir, pour l'avenir.

Une marche en avant aussi rapide n'a pu s'accomplir sans que la pratique ne devance parfois courageusement la théorie, et le plus souvent avec bonheur.

Il faut bien dire aussi que si l'analyse mathématique est un instrument d'une précision merveilleuse, elle ne peut généralement pas embrasser les faits dans toute leur complexité.

Les indications que peut nous fournir la théorie seront donc seulement approchées, et d'autant plus exactes que les hypo-

(1) Voir planche 87.

thèses servant de point de départ aux calculs seront plus voisines de la réalité.

Mais il est permis d'en espérer des renseignements utiles, grâce auxquels on peut éviter des mécomptes, et l'on estimera sans doute avec nous que cela eût été possible, dans certaines circonstances que nous examinerons plus loin.

Les forces qui tendent à altérer la forme circulaire primitive de la section des conduites peuvent déterminer des fatigues importantes par suite des flexions qu'elles produisent dans les parois.

Ces forces se réduisent généralement à deux, dans la pratique; le poids propre des parois et le poids du liquide contenu.

Elles tendent à ovaliser les conduites en les aplatissant contre les fondations résistantes sur lesquelles elles s'appuient, et leurs effets sont d'autant plus accentués que les parois des tuyaux sont plus minces et par suite plus flexibles.

Nous verrons plus loin que, pour une épaisseur de parois déterminée, les fatigues dues aux flexions varient proportionnellement *aux cubes des diamètres*, sous l'action du poids du liquide contenu. Or ces diamètres atteignent parfois 2,50 m, 3 m et davantage, pour des conduites en tôles minces d'acier doux, avec des épaisseurs minima de 6 à 7 mm à l'origine.

On conçoit dès lors que, si ces efforts secondaires peuvent être négligés sans inconvénients, dans les canalisations ordinaires, il y ait lieu d'en tenir compte, au contraire, dans les calculs des grosses canalisations, pour lesquelles ces fatigues des parois peuvent devenir plus importantes que celles qui sont dues à la pression du liquide contenu.

Nous nous sommes attachés, tout d'abord, à mettre ces faits en évidence, par l'étude de quelques cas particuliers, et nous avons publié dans le journal *le Génie Civil* des 13 et 20 décembre 1902, les résultats de nos premières recherches sur cette question : *Études de conduites reposant suivant leur génératrice inférieure, sur une fondation plane parfaitement résistante.*

Nous avons, depuis lors, soumis au calcul le cas de modes d'appui différents, plus conformes aux dispositions généralement adoptées dans la pratique, en nous efforçant d'établir pour chaque cas des formules simples, et d'une précision suffisante.

Très souvent, dans les conduites forcées de grand diamètre, la partie amont est en ciment armé et la partie aval en tôles. Cette disposition est rationnelle, car les parois en ciment armé, par suite de leur épaisseur plus forte, sont bien plus rigides, et

c'est à l'origine des conduites que les effets des forces déformatrices seraient le plus sensible avec la tôle, les parois y étant nécessairement plus minces par suite des faibles valeurs de la pression. Dans la partie aval, au contraire, les pressions conduiront généralement à des épaisseurs de tôles assez fortes pour que les parois aient une rigidité suffisante. Il n'en demeure pas moins fort important, même dans cette région, de contrôler la valeur que peuvent atteindre les efforts secondaires. Ce calcul présente, en outre, l'avantage de nous fournir un moyen de déterminer les longueurs respectives des parties en ciment armé et en tôles, et de fixer, d'une manière rationnelle, dans chaque cas, la position du point de passage du ciment armé aux tôles.

Enfin, même pour les conduites établies entièrement en ciment armé, dès que le diamètre devient grand, il est utile de calculer les effets des flexions transversales dues aux forces déformatrices, les efforts secondaires qui en résultent peuvent n'être pas négligeables, bien que les épaisseurs de parois soient beaucoup plus fortes qu'avec la tôle. C'est d'ailleurs l'opinion émise par nos collègues, MM. de Tedesco et A. Maurel, dans leur intéressant ouvrage sur le ciment armé (1), dans lequel ils ont bien voulu signaler l'intérêt de ces formules.

Indépendamment de tout calcul, l'expérience a démontré que cette question des flexions des parois, dans les conduites en tôles de grand diamètre, présente plus d'importance que l'on ne serait tenté de lui en attribuer, *a priori*, car si les ovalisations de conduites sont rares, on en a observé pourtant d'assez importantes pour être sensibles à la vue, sans qu'il soit nécessaire de procéder à des mesures précises pour s'en rendre compte, et l'on a dû y remédier ensuite par des dispositions appropriées, nécessairement coûteuses. De plus, on pourrait fort bien, dans d'autres circonstances, n'être pas prévenu à temps des fatigues anormales, par des déformations apparentes de la conduite, car la limite de rupture de la matière composant les parois pourrait se trouver atteinte pour des déformations extrêmement faibles de la section des tuyaux.

On doit d'ailleurs se préoccuper, dans tous les cas, par des dispositions prévues à l'avance, de faire en sorte que la limite d'élasticité de la matière ne soit jamais atteinte, afin de pouvoir compter, en toute sécurité, sur les qualités de résistance qui l'ont

(1) *Traité théorique et pratique de la résistance des matériaux, appliquée au béton et au ciment armé*. Ch. Béranger, éditeur.

fait choisir, et qui ne demeurent intactes qu'à cette condition.

Nous ne citerons que pour mémoire le cas bien connu de cette conduite qui s'est aplatie complètement lors d'une vidange brusque provoquée par la rupture d'un joint de dilatation.

Comme le reniflard d'aspiration d'air était insuffisant, il en était résulté un vide relatif de l'air contenu dans la conduite, et c'est l'action de la pression atmosphérique extérieure qui a provoqué cet aplatissement complet, à l'amont du joint rompu.

Cet accident est donc dû, en très grande partie, à un concours de circonstances accidentelles, faciles à éviter, bien que la première cause d'ovalisation, sans laquelle la pression atmosphérique serait demeurée sans effet, puisse être attribuée, avec assez de vraisemblance, à l'action du poids des parois, et surtout du poids du liquide contenu. Il suffisait d'une ovalisation initiale très faible pour que la conduite ne puisse plus résister à l'action de la pression extérieure.

Il y a lieu de remarquer que lorsqu'une conduite est en charge, l'action de la pression intérieure est plutôt bienfaisante à cet égard, car elle tend à rétablir la forme circulaire primitive, que les forces déformatrices viennent altérer, et elle diminue les fatigues dues aux flexions des parois.

C'est ce qui explique que la période de remplissage d'une conduite soit la période délicate, au point de vue des ovalisations et déformations des parois, et c'est à ce moment qu'il convient le plus d'en faire une observation attentive.

L'on a pu ainsi remédier, en temps utile, aux déformations observées, lors de la mise en charge d'une conduite de 2,50 m de diamètre, établie pour l'usine des Clavaux, dans l'Isère.

Cette canalisation, en tôles rivées de 1 000 m de longueur environ, a une épaisseur de 6,5 mm à l'origine et 13,5 mm au collecteur, la hauteur de chute étant de 42 m. Elle est disposée sur des massifs de support isolés, en maçonnerie.

Ces derniers pénétrèrent dans la conduite, lors de la mise en charge; aussi commença-t-on par doubler leurs dimensions d'appui, tandis que l'on augmentait, d'autre part, la rigidité des parois par des armatures transversales en fers à ⊔ qui s'opposaient aux déformations.

A la suite d'une deuxième mise en charge, on fut amené à disposer dans l'intervalle d'autres armatures formées de deux montant en fers à H réunis par deux tirants.

Dans ces conditions, la conduite s'est comportée d'une façon

satisfaisante, mais ces données de l'expérience sont très intéressantes, par les indications générales que l'on en peut tirer :

Nous en conclurons qu'il est préférable de faire reposer des canalisations en tôles minces de cette importance sur des fondations continues, toutes les fois que les circonstances locales le permettront, afin d'éviter les déformations au droit des appuis. Ces fondations épouseront la forme circulaire du tuyau sur une largeur plus ou moins grande, et l'on raidira au besoin les tôles par des armatures transversales plus ou moins rapprochées.

Nous donnons la préférence aux armatures rapprochées, afin de n'avoir pas de déformations longitudinales sensibles, entre deux armatures successives.

Si les armatures transversales sont très voisines, il peut y avoir intérêt à n'appuyer la canalisation qu'en ces endroits, les dispositions du massif de fondation étant étudiées en conséquence. Dans ce cas, il sert simplement d'appui aux armatures, sa surface peut donc être plane et discontinue.

Enfin, si les conditions locales imposent une solution par appuis espacés, on disposera en ces endroits des armatures transversales robustes, les tôles étant raidies par des armatures longitudinales, dans l'intervalle de deux armatures transversales successives.

L'étude des flexions des parois sous l'action des forces déformatrices permettra de choisir dans chaque cas, avec sécurité, la solution la plus avantageuse.

Les canalisations en tôles minces d'acier doux, sans armatures, sont celles dont les parois sont le plus flexibles.

Elles se trouvent cependant renforcées tout naturellement, et d'une manière très efficace, par les cercles de recouvrement des tôles des viroles successives qui les composent.

Ces cercles constituent de véritables armatures transversales, dont l'espacement, en fonction du diamètre de la conduite, est d'autant plus faible que ce diamètre est plus grand, car la longueur de chaque virole est limitée par la largeur maximum que l'on peut donner aux tôles. Elle représente donc une fraction du diamètre plus faible dans les grosses canalisations que dans les petites.

Ces cercles de recouvrement des viroles successives sont des régions de parois de faible largeur, mais leur épaisseur se trouve doublée en ces endroits. Les déformations étant inversement proportionnelles aux moments d'inertie des parois, la rigidité de deux tôles rivées l'une sur l'autre est huit fois plus grande que

celle de chacune des tôles considérée isolément. Les cercles de recouvrement sont donc des zones très rigides par rapport aux tôles voisines, et ils augmentent notablement la résistance des conduites aux déformations transversales. Aussi est-il permis de compter sur leur efficacité, dans la pratique, et l'on peut en tenir compte dans les calculs de résistance.

Nous citerons à ce sujet l'article que M. A. Bouchayer, Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur à Grenoble, a fait paraître dans le journal *La Houille Blanche* (numéro de décembre 1902).

Dans son intéressante étude sur l'établissement des conduites forcées, M. Bouchayer s'exprime ainsi :

... « Ces déformations (sous l'action du poids propre des parois et du poids de l'eau) préoccupaient les constructeurs qui employèrent des dispositifs spéciaux pour empêcher ces aplatissements.

» Dans une proposition faite en 1897 par une maison de construction, nous détachons le passage suivant ayant trait à une canalisation de 2,50 m de diamètre :

... » Tous les tuyaux précédents seraient à double clouure partout, longitudinalement et transversalement, les clouures circulaires renforceraient les tuyaux au point de vue de la section, et surtout des déformations sous le poids propre de l'eau » ...

Ainsi l'on proposait ici d'augmenter la largeur de la zone de recouvrement des viroles, et d'y mettre une double rivure, afin de donner plus de rigidité aux parois, en les armant simplement par les cercles de recouvrement.

M. Bouchayer indique ensuite un autre dispositif employé par sa maison, pour une conduite de 1,70 m de diamètre établie pour l'usine du Bréda, de la Société des forces motrices du Haut-Grésivaudan. Cette solution consiste à disposer de distance en distance des brides en fers-cornières, formant joints des tronçons entre eux.

Nous verrons plus loin une disposition analogue employée par la maison Bouchayer et Viallet, pour une canalisation projetée de 3,45 m de diamètre. Les tronçons sont alors rivés directement à la suite les uns des autres, sans brides, les armatures en fers-cornières étant disposées dans la partie courante des tronçons.

Avant d'aborder l'étude théorique de cette question, et de rechercher les formules qui pourront nous guider dans le choix des dispositions à adopter, nous donnerons maintenant quelques indications sur les dispositions employées pour la canalisation de

3,30 m de diamètre qui amène l'eau sous pression aux turbines de l'usine génératrice de la Société hydro-électrique de Fure et Morge, à Champ (Isère).

Cette conduite assure la production la production d'une force motrice continue de 5 000 ch environ.

La canalisation, alimentée par une dérivation des eaux du Drac, est établie dans la plaine de Champ, près de Grenoble.

Elle est formée d'un tuyau de 3,30 m de diamètre intérieur et de 4 700 m de longueur, dont 2 200 m en béton armé et 2 500 m en tôle d'acier.

Elle repose sur toute sa longueur dans un berceau en maçonnerie de béton de chaux, qui embrasse toute la demi-circonférence inférieure et s'élève jusqu'à 0,50 m au-dessus du plan horizontal diamétral. Ce berceau est enterré dans le sol sur toute sa hauteur, et il s'oppose aux déformations des parois de la conduite pour toute la zone qu'il embrasse.

La partie supérieure de la canalisation est recouverte d'une couche de terre et gravier qui la préserve des effets de la dilatation, en la mettant à l'abri des écarts de température.

La partie construite en béton armé est placée à l'origine de la canalisation. Elle est destinée à supporter une pression maximum de 18 m d'eau. Son épaisseur varie de 0,20 m à 0,25 m ; elle contient, noyée dans la masse du béton, une armature en treillis constituée de fers ronds disposés suivant les génératrices et suivant les circonférences directrices.

La partie en tôle qui lui fait suite supporte des pressions qui varient depuis 18 m à l'origine jusqu'à 35 m environ au collecteur des turbines de l'usine de Champ.

L'épaisseur des tôles varie de 7 mm à 10 mm.

Ce sont des tôles d'acier doux dont la résistance à la rupture est de 40 kg avec un allongement de 22 0/0 pour les épaisseurs de 7, 8 et 9 mm, et de 38 à 42 kg avec 24 à 26 0/0 d'allongement pour les épaisseurs de 9,5 mm et 10 mm.

Les premières correspondent à la partie de la canalisation exécutée par la maison Bouchayer et Viallet, et les secondes à celles qui a été construite par la maison Joya père et fils et Cie, de Grenoble.

Par suite de la grande flexibilité des tôles qui les composent, les tronçons de tuyaux ont nécessité des précautions spéciales pour leur mise en place dans le berceau maçonné, et pour les tôles les plus minces, de 7 et 8 mm d'épaisseur, la maison Bou-

chayer et Vallet, chargée de cette partie du travail, faisait l'assemblage des viroles constituant les tronçons sur une plate-forme en madriers établie sur le berceau à l'endroit même que devaient occuper les tronçons.

Pour la descente des tronçons dans le berceau, ceux-ci étaient préalablement renforcés de croisillons intérieurs pour éviter les déformations, puis soulevés au moyen de deux chèvres munies de palans. On enlevait alors la plate-forme de montage, on nettoyait parfaitement le berceau, puis on effectuait la descente et la mise en place.

Avant de procéder au recouvrement de la partie supérieure du tuyau avec de la terre et du gravier, le tuyau était arrondi aussi parfaitement que possible au moyen de chandelles convenablement disposées à l'intérieur, puis on venait couler un mortier de ciment très liquide entre le berceau et le tuyau, afin d'assurer un contact parfait de la canalisation sur son berceau maçonné. Nous verrons plus loin, par une analyse graphique des formules correspondant à ce mode d'appui, que ces dispositions sont extrêmement efficaces pour combattre les déformations, dans la partie supérieure restant libre, au-dessus du berceau, et nous aurons l'occasion de faire à ce sujet quelques remarques intéressantes.

Nous procéderons maintenant à la détermination des formules théoriques correspondant aux différentes dispositions d'appui usitées dans la pratique.

Nous donnerons ensuite une représentation graphique très simple de ces formules, ce qui nous permettra d'analyser plus aisément les résultats obtenus, et d'en faire une application rapide à quelques cas pratiques que nous étudierons sommairement, à titre d'indication.

Enfin nous terminerons par les conclusions générales que l'on peut tirer de cette étude, au point de vue pratique.

Détermination des moments de flexion dans les parois, sous l'action des forces déformatrices.

Les fatigues des parois sous l'action des forces déformatrices se déduiront de la connaissance des moments de flexion en chaque point de la section.

Les formules qui donnent les moments de flexion dans les pa-

rois seront différentes, suivant les divers modes d'appui que l'on peut considérer pour la canalisation.

Nous rechercherons tout d'abord la forme générale sous laquelle elles vont se présenter :

Soit M_{ϖ} le moment de flexion dû au *poids propre de la paroi*, en un point quelconque dont la position sera définie par l'angle au centre α du rayon vecteur correspondant avec un rayon fixe pris comme origine.

Ce moment sera évidemment proportionnel au poids p de la paroi par mètre courant, mesuré suivant la circonférence (p sera le poids de paroi au mètre carré, si nous raisonnons sur une longueur de tuyau égale à 1 m).

Soit R le rayon de la canalisation.

Les forces verticales élémentaires agissant aux différents points de la paroi seront proportionnelles également aux longueurs des éléments de circonférence, donc à p et à R, et les moments seront, par suite, proportionnels à p et à R^2.

Nous pouvons donc poser :

$$M_{\varpi} = pR^2Z,$$

Z étant une fonction trigonométrique de l'angle α, fonction dont la forme dépendra du système d'appuis considéré.

Soit M_f le moment de flexion dû *au poids du liquide contenu*. Les forces élémentaires normales aux parois sont proportionnelles au poids δ de l'unité de volume du liquide (dans le cas de l'eau $\delta = 1\,000$) et au carré du rayon R de la conduite, car elles sont proportionnelles à la fois aux longueurs des éléments de circonférence et aux distances verticales au plan tangent supérieur de la section circulaire.

Les moments de flexion seront donc proportionnels à δ et à R^3.

Si nous posons : $$M_f = \frac{1}{2}\delta R^3 Z,$$

nous démontrerons que la fonction trigonométrique Z est *identique* à celle qui correspond au poids propre des parois, pour les divers systèmes d'appuis usités dans la pratique, et nous pourrons traduire cette loi ainsi qu'il suit :

Théorème I. — *En chaque point de la paroi, les moments de flexion dus au poids propre et ceux qui sont dus au poids du liquide contenu sont proportionnels.*

Cette relation est loin d'être évidente *a priori*, car les forces

agissant sur les parois sont de nature essentiellement différente dans les deux cas. Les unes sont des forces parallèles verticales, d'intensité constante en chaque point des parois, les autres sont des forces normales dont l'intensité varie pour chaque élément de la paroi.

Notre collègue M. Duplaix, professeur à l'École Centrale, en reprenant, par une méthode de calcul différente, l'étude des flexions dans le cas d'une canalisation reposant suivant sa génératrice inférieure sur une fondation plane, nous a signalé que la même loi était encore exacte, pour les efforts tranchants aux différents points des parois, et que le coefficient de proportionnalité était le même que pour les moments de flexion. Il n'y a, en somme, que les formules des efforts normaux qui sont différentes.

Il en est également ainsi pour les autres modes d'appui, les efforts tranchants étant les dérivées des moments de flexion.

Quoi qu'il en soit de l'intérêt théorique que peut présenter la loi générale que nous avons énoncée, il n'y aurait pas lieu de s'y arrêter davantage, s'il n'en résultait une très grande simplification dans les formules pratiques auxquelles nous serons conduits.

Nous allons pouvoir écrire, en effet :

$$\frac{M_\varpi}{pR^2} = \frac{M_f}{\frac{1}{2}\delta R^3} = Z.$$

Et en admettant des déformations élastiques assez faibles pour que la loi générale de superposition des efforts soit exacte, l'expression du moment de flexion total M, sous l'action des forces déformatrices, sera donnée par la formule :

$$M = M_\varpi + M_f = \left(pR^2 + \frac{1}{2}\delta R^3\right)Z.$$

Dans la pratique, le terme pR^2 est généralement très faible par rapport au coefficient $\frac{1}{2}\delta R^3$, et c'est l'action du poids du liquide contenu qui est prépondérante. Elle varie proportionnellement aux cubes des rayons. Ainsi que nous en avons fait la remarque précédemment, l'action des forces déformatrices sera donc surtout importante pour les grosses canalisations, et nous voyons que les flexions augmentent avec une grande rapidité, lorsque les diamètres augmentent : pour un diamètre double, les moments fléchissants seront près de 8 fois plus grands.

Dans le cas de tuyaux sans armatures, avec une épaisseur de parois constante e sur toute la circonférence, les *fatigues* dues aux flexions sous l'action du poids du liquide seront donc proportionnelles au rapport $\frac{R^3}{e^2}$.

Les épaisseurs devraient donc croître beaucoup plus rapidement que les diamètres pour que ce coefficient devienne constant, et l'on voit que le tableau de proportionnalité sera le suivant :

R	1	2	3	4	...
e	1	2,83	5,19	8	...

Ces résultats seraient peu modifiés si l'on voulait tenir compte du poids des parois. Nous ne les donnons d'ailleurs qu'à titre d'indication, car il sera généralement préférable de renforcer les parois par des armatures plutôt que d'en augmenter la rigidité par des majorations d'épaisseur, lorsque les flexions deviennent importantes.

La formule générale des moments de flexion nous permet également de nous rendre compte de l'influence des diamètres sur la grandeur des *déformations*. Le rapport de leur valeur au rayon nous renseignera sur leur grandeur relative, ce rapport mesurera ce que nous pourrons appeler la déformabilité des conduites.

Les déformations sont proportionnelles aux moments de forces fictives élémentaires appliquées en chaque point des parois, et dont l'intensité, par unité de longueur de paroi, est proportionnelle elle-même aux moments de flexion, et inversement proportionnelle aux moments d'inertie.

Par suite, les déformations seront proportionnelles au rapport

$$\frac{MR^2}{I}$$

I étant le moment d'inertie de la paroi supposé constant pour toute la circonférence.

Comme dans le cas des moments de flexion, ce sera donc encore l'influence du poids du liquide qui sera prépondérante.

Si nous négligeons l'action du poids des parois, nous voyons ainsi que les déformations sous l'action du poids du liquide sont proportionnelles à $\frac{R^5}{I}$, c'est-à-dire à la cinquième puissance du rayon, si les moments d'inertie des parois ne changent pas.

La déformabilité des conduites sera donc proportionnelle à la

quatrième puissance du rayon, et inversement proportionnelle au moment d'inertie des parois.

Pour des tuyaux sans armatures, d'épaisseur constante e, la déformabilité est proportionnelle à $\frac{R^4}{e^3}$.

Tous ces résultats seraient peu modifiés, si l'on tenait compte du poids des parois.

Les conduites peuvent être appuyées d'une manière *continue*, sur toute leur longueur, ou reposer sur des *appuis isolés* disposés de distance en distance.

Pour des canalisations de grand diamètre, le premier mode est préférable, car il évite les effets des flexions longitudinales entre appuis, et l'on n'a plus à se préoccuper que des flexions transversales.

Nous étudierons donc tout d'abord la disposition par appuis continus, et nous verrons ensuite par une application numérique comment l'on peut utiliser les résultats de cette étude dans le cas des appuis discontinus.

Si nous considérons maintenant la section transversale circulaire d'une conduite, nous voyons qu'elle peut être appuyée sur sa fondation de diverses manières.

Les principales dispositions pourront être classées de la façon suivante :

I. Tuyau reposant sur deux appuis symétriques par rapport à la verticale :

- *a)* Appuis simples :
  - 1° Appuis fixes;
  - 2° Appuis mobiles horizontalement;
  - 3° Appuis à réactions radiales;
  - 4° Appuis à liaisons quelconques (cas général).
- *b)* Encastrement sur les appuis.

II. Tuyau reposant sur une fondation plane :

Appui suivant la génératrice inférieure de contact.

III. Tuyau reposant sur une fondation circulaire :

- *a)* Appui suivant une zone inférieure de contact;
- *b)* Canalisation disposée dans un berceau maçonné.

Dans la réalité, les cas ne seront pas toujours aussi nettement tranchés, et il pourra y avoir une certaine incertitude pour ran-

ger telle disposition pratique dans l'une ou l'autre de ces catégories. Mais l'étude théorique des cas précis définis par cette classification pourra toujours nous fournir, pour les cas les plus incertains, la valeur des coefficients de travail-limite, qui ne seront pas dépassés, et c'est une indication suffisante pour la pratique.

I. Tuyau reposant sur deux appuis symétriques.

a) Appuis simples.

Dans cette disposition, la paroi du tuyau repose en deux points sur des appuis symétriques, qui n'opposent aucune rigidité aux déplacements angulaires des sections sur appuis, selon la définition même des appuis simples. Suivant les liaisons des appuis nous aurons à distinguer les divers cas énumérés précédemment et que nous étudierons successivement ci-après :

1° *Appuis simples fixes.* — Dans cette disposition, la distance des appuis entre eux est invariable.

Considérons un élément de tuyau de longueur égale à l'unité, dont nous rapportons la section aux deux axes de coordonnées AX et AY (*fig. 1*).

Soient P, P les deux appuis symétriques et fixes.

La position d'un point quelconque C de la paroi sera définie par la valeur de l'angle α du rayon vecteur OC avec le rayon-origine OA.

Soit φ la valeur de l'angle correspondant aux points d'appui P.

Fig. 1

Si nous désignons par Q l'effort normal de tension, et par m le moment de flexion dans la section B, par H la composante horizontale de la réaction des appuis, sous l'action des forces déformatrices considérées, ces trois quantités Q, m et H sont inconnues, et elles entrent dans l'expression des moments de flexion M au point C.

La section restant symétrique après déformations, nous exprimerons toutes les liaisons du système en écrivant :

1° Que le déplacement angulaire du point B est nul;

2° Que le déplacement horizontal du point B est nul;

3° Que les déplacements horizontaux des points P sont nuls.

Ce qui nous donnera trois équations permettant de déterminer les trois inconnues Q, *m* et H.

Comme nous admettons des déformations élastiques petites, altérant peu la forme circulaire de la section, les équations générales de déformation se réduiront, après simplifications, à :

$$\int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} \mathrm{M}d\alpha = 0,$$

$$\int_{\alpha=0}^{=\pi} \mathrm{M}\cos\alpha d\alpha = 0,$$

$$\int_{\alpha=\varphi}^{\alpha=\pi} \mathrm{M}(\cos\alpha - \cos\varphi)\, d\alpha = 0,$$

en supposant que le moment d'inertie des parois est constant et négligeant les déformations dues aux efforts tranchants et aux efforts normaux, qui sont très petites relativement à celles dues aux moments fléchissants.

Ces trois équations nous donneront les valeurs de Q, *m* et H, que l'on substituera dans les expressions générales du moment de flexion M.

En traitant séparément le cas du poids propre des parois, puis celui du poids du liquide contenu, on retrouve, après avoir effectué tous les calculs, la formule générale que nous avons indiquée précédemment :

$$\mathrm{M} = \mathrm{M}_{\varpi} + \mathrm{M}_{f} = \left(p\mathrm{R}^2 + \frac{1}{2}\,\delta\mathrm{R}^3\right)\mathrm{Z},$$

dans laquelle la fonction Z a la forme suivante :

De P en B :

$$\mathrm{Z}_1 = (\pi - \alpha)\sin\alpha - \left(\frac{1}{2} + \sin^2\varphi - \mathrm{K}g\right)\cos\alpha + \mathrm{K}e - (\varphi\sin\varphi + \cos\varphi);$$

De A en P :

$$\mathrm{Z}'_1 = -\alpha\sin\alpha - \left(\frac{1}{2} + \sin^2\varphi - \mathrm{K}b\right)\cos\alpha + \mathrm{K}a + (\pi - \varphi)\sin\varphi - \cos\varphi.$$

Dans ces formules on a :

$$a = \varphi \cos \varphi - \pi \cos \varphi - \sin \varphi,$$
$$b = \pi - \varphi + \sin \varphi \cos \varphi,$$
$$c = (\pi - \varphi) \sin^2 \varphi,$$
$$d = \varphi \sin \varphi + \cos \varphi - 1,$$
$$e = \varphi \cos \varphi - \sin \varphi,$$

$$f = 1 - 2 \sin^2 \varphi,$$
$$g = \sin \varphi \cos \varphi - \varphi.$$
$$K = \frac{ad - \frac{1}{4} bf + \frac{5}{4} b + a - \frac{1}{2} c}{\frac{1}{2} gb + ae}.$$

Tous ces coefficients ne dépendent que de l'angle φ qui définit la position des appuis, et ils permettront dès lors de calculer aisément les coefficients constants entrant dans la fonction Z pour chaque position des appuis.

Ces formules peuvent également s'écrire sous une autre forme intéressante. Si nous désignons par Z_2, Z'_2 les expressions de la fonction Z dans le cas que nous allons étudier ci-après (appuis mobiles horizontalement), nous verrons que l'on peut écrire :

$$Z_1 = Z_2 + K (g \cos \alpha + c),$$
$$Z'_1 = Z'_2 + K (b \cos \alpha + a).$$

Les derniers termes de ces formules donnent en chaque point l'influence de la fixité des appuis, dont nous avons admis ici la distance invariable.

Nous ne pousserons pas plus loin l'étude de la fonction Z, dont nous compléterons l'analyse par une représentation graphique des résultats obtenus.

2° *Appuis simples, mobiles horizontalement.* — Si la distance des appuis entre eux n'est plus invariable, et s'ils peuvent au contraire se déplacer librement dans le sens horizontal, la composante horizontale H de la réaction devient nulle.

Les moments de flexion M seront dès lors connus, si l'on détermine les deux quantités Q et m.

On les obtiendra au moyen des équations générales de déformation qui se réduisent ici à deux :

$$\int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} M d\alpha = 0 \text{ et } \int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} M \cos \alpha d\alpha = 0,$$

et l'on obtient finalement, pour la fraction Z, dans ce cas particulier, les expressions suivantes :

De P en B :

$$Z_2 = (\pi - \alpha) \sin \alpha - \left(\frac{1}{2} + \sin^2 \varphi\right) \cos \alpha - (\varphi \sin \varphi + \cos \varphi);$$

De A en P :

$$Z'_2 = - \alpha \sin \alpha - \left(\frac{1}{2} + \sin^2 \varphi\right) \cos \alpha + (\pi - \varphi) \sin \varphi - \cos \varphi.$$

Ce sont les mêmes que précédemment, lorsque l'on fait $K = 0$ dans ces formules, et l'on en déduit ainsi la dernière forme que nous leur avons donnée, en exprimant Z_1 en fonction de Z_2.

3° *Appuis simples à réaction radiale.* — Dans cette disposition, les liaisons des appuis sont telles que leurs réactions sur les parois du tuyau sont nécessairement normales à ces parois, et dirigées, par conséquent, suivant les rayons du cercle. La manière la plus simple de réaliser pratiquement de tels appuis, c'est de les constituer par deux rouleaux, pouvant tourner librement, sous l'action des forces tangentielles qui les sollicitent, au contact des parois de la conduite, reposant directement sur ces rouleaux. Mais on peut concevoir également de semblables appuis constitués d'une manière différente.

Ces appuis sont disposés à une distance invariable l'un de l'autre, et la conduite vient d'elle-même, sous l'action de la pesanteur, reposer sur eux, en descendant légèrement, d'une quantité correspondant aux déformations élastiques des parois, au contact des appuis, de manière à venir occuper naturellement sa position d'équilibre après déformation.

Les équations générales correspondant à ce système d'appuis sont les mêmes que dans le cas précédent :

$$\int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} M d\alpha = 0 \text{ et } \int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} M \cos \alpha d\alpha = 0.$$

Ces équations ne contiennent que les deux inconnues Q et m, car les réactions des appuis sont connues. Leur composante verticale V est égale à la demi-charge totale et leur composante horizontale est $H = V \operatorname{tg} \varphi$.

En étudiant successivement l'action du poids propre des parois et du poids du liquide contenu, on retrouve la loi générale de proportionnalité des moments, et la fonction Z, pour les appuis à réaction radiale, est la suivante :

De P en B :

$$Z_3 = (\pi - \alpha) \sin \alpha - \left(\frac{1}{2} + \varphi \operatorname{tg} \varphi\right) \cos \alpha - \frac{1}{\cos \varphi},$$

De A en P :

$$Z'_3 = - \alpha \sin \alpha - \left[\frac{1}{2} - (\pi - \varphi) \operatorname{tg} \varphi\right] \cos \alpha - \frac{1}{\cos \varphi}.$$

4° *Appuis simples à liaisons quelconques (cas général).* — Les liaisons des appuis n'ont d'influence que sur la valeur des poussées H.

Si nous posons : $H = p\pi RA$ (poids propre des parois),

et $H = \frac{1}{2} \delta\pi R^2 A$ (poids du liquide contenu),

nous obtiendrons finalement, en partant des deux équations générales de déformation précédentes, qui sont applicables ici, une fonction Z qui est la même encore, pour les deux groupes de forces déformatrices. On a :

De P en B :

$$Z = (\pi - \alpha) \sin \alpha - \left(\frac{1}{2} + \sin^2 \varphi - Ag\right) \cos \alpha + Ae - (\varphi \sin \varphi + \cos \varphi);$$

De A en P :

$$Z' = - \alpha \sin \alpha - \left(\frac{1}{2} + \sin^2 \varphi - Ab\right) \cos \alpha + Aa + (\pi - \varphi) \sin \varphi - \cos \varphi.$$

Ces expressions ne sont autres que celles des fonctions Z pour le cas n° 1 (appuis fixes) dans lesquelles le terme K, correspondant aux poussées, est remplacé par le terme plus général A, dans le cas de liaisons quelconques. Ce facteur se calculerait, dans chaque cas, par les relations algébriques correspondant aux liaisons des appuis.

Les formules générales qui précèdent nous permettront de démontrer un théorème assez singulier :

Si l'on vient à superposer les trois courbes correspondant à une même valeur de l'angle φ des appuis, pour les trois systèmes d'appuis étudiés précédemment (appuis simples, appuis mobiles horizontalement, appuis à réactions radiales) on observe qu'elles passent par des *points communs m, n (fig. 2)*. Cela demeure rigoureusement exact, quelles que soient les liaisons des appuis.

Si nous recherchons en effet les valeurs de α correspondant aux intersections des courbes Z, pour une même valeur de φ,

lorsque le terme A varie, nous trouvons que ces valeurs de α sont indépendantes de A. L'intersection de deux courbes Z dans les-

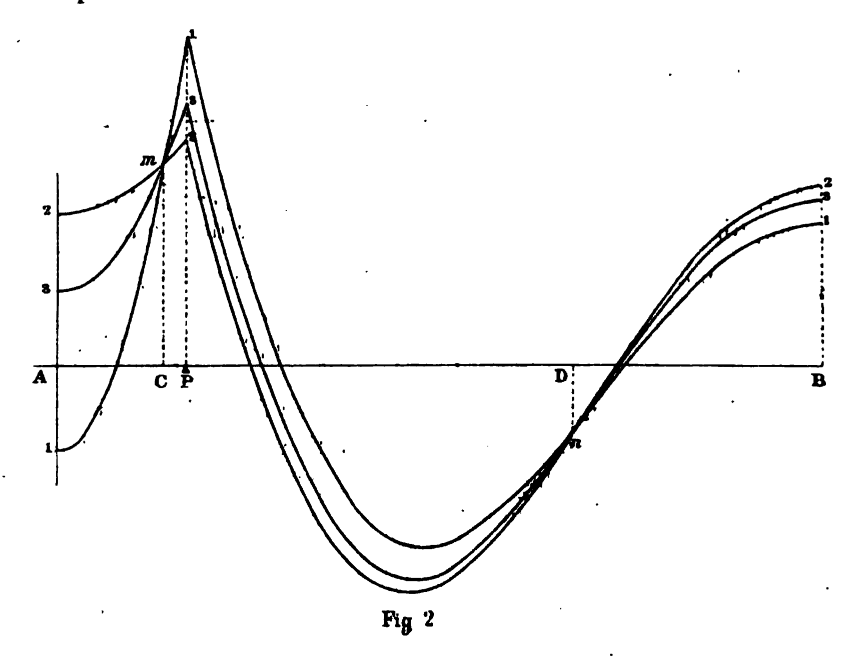


Fig 2

quelles A a les valeurs A′ et A″, s'obtient en effet en annulant l'expression égale à la différence des deux fonctions. On a l'équation :

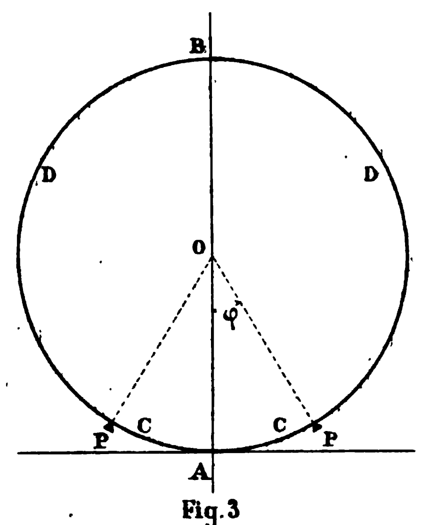


Fig. 3

$$(A' - A'') g \cos \alpha + (A' - A'') e = 0,$$

et comme on suppose $A' \neq A''$, on obtient, pour l'intersection des courbes :

De P en B :

$$\cos \alpha = -\frac{e}{g} \text{ (points } m);$$

de même on aurait :

De A en P :

$$\cos \alpha = -\frac{a}{b} \text{ (points } n).$$

Ces points correspondent aux quatre points C, D des parois

(*fig.* 3); points symétriques deux à deux, et la loi correspondante peut s'énoncer comme suit :

THÉORÈME II. — *Lorsqu'un tuyau repose sur deux appuis simples, il existe dans les parois quatre points, symétriques deux à deux par rapport à l'axe vertical de la conduite, pour lesquels les moments de flexion dus aux forces déformatrices sont indépendants des liaisons des appuis.*

b) ENCASTREMENT SUR LES APPUIS.

Dans cette disposition, le tuyau repose sur deux appuis dont la distance relative est invariable, et il est fixé sur ces appuis par des assemblages rigides s'opposant aux déplacements angulaires des parois en ces points, sous l'action des forces déformatrices.

L'encastrement sur des appuis fixes déterminant en ces endroits l'invariabilité de position de la fibre moyenne, nous pourrons étudier séparément les déformations de la section, au-dessus et au-dessous de la ligne horizontale des appuis.

Pour la partie au-dessus des appuis, de P en B, on exprimera les liaisons existantes en écrivant que les déplacements angulaires, et les déplacements linéaires horizontaux du point B, par rapport au point P, sont nuls, ce qui donne les équations :

$$\int_{\alpha=\varphi}^{\alpha=\pi} M d\alpha = 0 \quad \text{et} \quad \int_{\alpha=\varphi}^{\alpha=\pi} M(\cos\alpha - \cos\varphi)d\alpha = 0.$$

Ces deux équations nous permettront de déterminer les deux quantités Q et m qui entrent seules dans l'expression des moments de flexion M, entre les points P et B.

En traitant successivement le cas du poids propre des parois, et celui du poids du liquide contenu, on retrouve encore ici la loi générale de proportionnalité des moments dus à ces deux causes.

Pour la partie des parois comprise au-dessus des appuis, de A en P, l'expression des moments M se déduit de celle que l'on a obtenue pour les points situés au-dessous des appuis, en y remplaçant α par $\pi - \alpha$, φ par $\pi - \varphi$, p par $-p$ et δ par $-\delta$.

La fonction Z se présente sous la forme suivante :

De P en B : $Z_1 = (\pi - \alpha)\sin\alpha - K_1 \cos\alpha + K_2$,

De A en P : $Z'_1 = -\alpha \sin\alpha - K'_1 \cos\alpha - K'_2$.

Dans ces formules, les valeurs des coefficients se calculent comme suit :

On a :
$$K_1 = \frac{a^2 + \frac{1}{2}ch - \frac{3}{4}bh}{ai + \frac{1}{2}bh},$$

$$K_2 = \frac{\frac{1}{2}ab + \frac{3}{4}bi - \frac{1}{2}ci}{ai + \frac{1}{2}bh}.$$

K'_1, K'_2 sont les valeurs de ces coefficients lorsqu'on y effectue les substitutions précédemment indiquées.

a, b, c ont les valeurs mentionnées précédemment;

$h = \pi - \varphi$;

$i = \sin \varphi$.

La position des appuis étant connue, on obtient donc aisément la valeur des coefficients constants dans l'expression Z. Les moments d'encastrements sur les appuis seront égaux à la différence des moments Z_3 et Z'_3 pour la valeur de α égale à φ.

II. Tuyau reposant sur une fondation plane.

Appui suivant la génératrice inférieure de contact.

La loi de proportionnalité se vérifiera encore ici, puisque ce n'est qu'un cas particulier des dispositions précédentes, lorsque les deux appuis PP viennent se confondre en un seul, au point A.

La fonction Z pourra donc être obtenue directement, en faisant $\varphi = 0$ dans les formules précédentes, pour la zone comprise au-dessus des appuis, de P en A.

On a ainsi :

$$Z_3 = (\pi - \alpha) \sin \alpha - \frac{1}{2} \cos \alpha - 1.$$

III. Tuyau reposant sur une fondation circulaire.

a) Appui suivant une zone inférieure de contact.

Dans cette disposition, la surface de la fondation épouse la forme circulaire du tuyau sur une zone inférieure d'appui d'une certaine largeur, PAP *(fig. 4)*.

Nous désignerons par φ l'angle au centre correspondant aux limites de la zone d'appui, en P.

Pour traiter ce cas d'une manière tout à fait rigoureuse, il y aurait lieu de tenir compte à la fois, des déformations élastiques

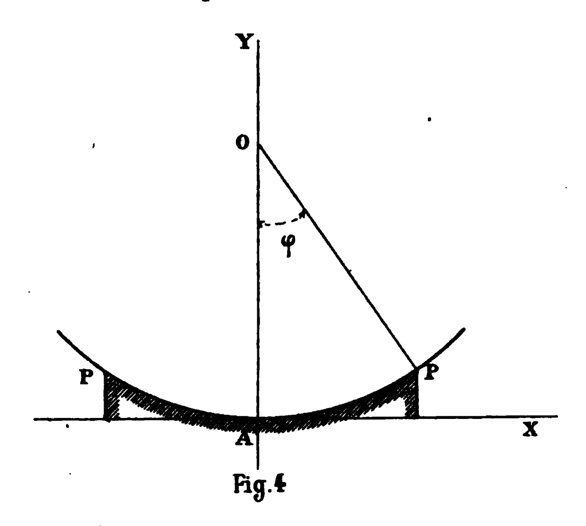


Fig. 4

du tuyau, et de la surface d'appui en contact, et de faire par suite, intervenir dans les calculs le coefficient d'élasticité des matériaux de fondation et les dispositions adoptées pour le massif. Ces calculs seraient laborieux, et d'une précision inutile pour les besoins de la pratique. Aussi procéderons-nous de la manière suivante :

Lorsque l'appui se fait suivant une zone inférieure de contact qui n'est pas très étendue (φ variant de 0 à 45 degrés par exemple) nous pourrons admettre que les pressions du tuyau sur sa fondation sont uniformément réparties suivant l'horizontale, et nous négligerons la rigidité propre de la surface d'appui du massif, qui vient réduire les déformations de la zone de tuyau appuyée.

Pour des zones d'appui étendues, lorsque les fondations viennent affecter la forme de *berceaux maçonnés*, qui embrassent parfois le tuyau sur une étendue supérieure à sa demi-circonférence, nous admettrons, au contraire, ce qui est sensiblement exact, que les déformations de la conduite sont annulées entièrement par la rigidité du berceau, dans toute la zone de contact. Il n'y a plus de flexions de parois dans toute cette zone, et nous ne calculerons que les flexions dans la partie supérieure, où les parois sont libres dans leurs déformations.

Pour les cas douteux, lorsque φ varie de 45 à 60 degrés, par exemple, on pourrait, pour plus de sécurité, faire successivement les deux hypothèses, et prendre en chaque point les moments les plus forts. Nous estimons cependant que vers 60 degrés on peut ranger les massifs de fondation dans la catégorie des berceaux maçonnés, et leur appliquer exclusivement la méthode de calcul que nous venons d'indiquer.

Considérons le cas d'une zone inférieure de contact, assez peu étendue pour que nous puissions admettre des déformations du tuyau dans sa zone d'appui, les pressions étant supposées uniformément réparties suivant l'horizontale.

La section déformée du tuyau demeurant toujours symétrique par rapport à la verticale, les équations générales de déformation seront :

$$\int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} \mathrm{M}\,d\alpha = 0, \qquad \int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} \mathrm{M} \cos \alpha\,d\alpha = 0.$$

L'expression générale de M ne contiendra ici que les inconnues Q et m que les équations précédentes nous permettront de déterminer. En effectuant ces calculs, pour le cas du poids propre des parois, puis pour celui du poids du liquide contenu, on retrouve encore notre loi générale de proportionnalité, et la fonction Z est la suivante :

De P en B : $$\mathrm{Z}_6 = (\pi - \alpha) \sin \alpha - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \sin^2 \varphi\right) \cos \alpha - \frac{1}{2 \sin \varphi}\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{3}{2} \sin \varphi \cos \varphi + \varphi \sin^2 \varphi\right).$$

De A en P : $$\mathrm{Z}'_6 = \mathrm{Z}_6 + \frac{\pi}{2 \sin \varphi} (\sin \varphi - \sin \alpha)^2.$$

b) CANALISATION DISPOSÉE DANS UN BERCEAU MAÇONNÉ.

Le berceau s'opposant aux déformations de la conduite, dans toute la partie inférieure PAP, la région supérieure PBP pourra être considérée comme libre dans ses déformations, mais encastrée aux deux points fixes PP qui limitent la zone comprise dans le berceau (*fig. 5*).

Par suite, les formules à appliquer, pour la région PBP, sont celles qui correspondent aux cas de deux appuis encastrés, qui a été étudié précédemment. Ces formules ne changent pas, que l'angle φ soit supérieur ou inférieur à 90 degrés.

Fig. 5

Quelle que soit la disposition du berceau, la valeur de Z sera donc ici :

$$Z_1 = (\pi - \alpha) \sin \alpha - K_1 \cos \alpha + K_2,$$

les coefficients étant définis comme il a été indiqué précédemment.

Représentation graphique.

Dans la formule générale $M = \left(pR^2 + \frac{1}{2}\delta R^3\right)Z$, le premier facteur est un coefficient constant, qui se calcule immédiatement dès que l'on connaît le rayon, le poids des parois, et la densité du liquide contenu.

On obtient les moments, par unité de longueur de paroi, en multipliant par ce coefficient, le terme Z qui ne contient plus que des fonctions trigonométriques de la variable α, et de la constante φ définissant la position des appuis.

Pour un mode d'appui déterminé, et une valeur définie de l'angle φ, nous pourrons étudier les variations du terme Z en fonction de α, en traçant la courbe représentative des valeurs successives de Z, rapportée à deux axes de coordonnées rectangulaires :

Nous porterons en abcisses les valeurs de α, mesurées en lon-

gueurs d'arc, l'axe des X représentant la circonférence développée d'une section de conduite. En ordonnées, nous porterons les valeurs de Z.

Nous obtenons ainsi des courbes, que l'on peut tracer une fois pour toutes, à une échelle commode, et que l'on peut ensuite utiliser dans toutes les études de canalisation, quel que soit le diamètre, le poids des parois et celui du liquide contenu *(Pl. 87)*.

En comparant entre elles les courbes correspondant à une même disposition d'appuis, on pourra se rendre compte de l'influence des variations de l'angle φ (variations de l'espacement des appuis isolés, ou de la largeur d'une zone appuyée). Ces comparaisons se font très simplement en superposant les courbes, et l'on en peut déduire la meilleure valeur de φ à adopter, suivant les conditions à remplir.

En superposant, au contraire, des courbes correspondant à des dispositions d'appui différentes pour une même valeur de φ, on aura l'influence propre du mode d'appui sur la répartition des flexions dans les parois.

Tuyau reposant sur deux appuis. — Considérons par exemple les quatre courbes correspondant à l'angle $\varphi = 30$ degrés, dans le cas d'un tuyau reposant sur deux appuis symétriques :

Courbe n° 1 : Appuis simples fixes :
— n° 2 : Appuis simples mobiles horizontalement;
— n° 3 : Appuis simples à réaction radiale ;
— n° 4 : Encastrement sur les deux appuis.

Nous avons inscrit sur ces courbes les valeurs des ordonnées Z pour des valeurs de α variant de 15 en 15 degrés. L'origine des coordonnées est le point inférieur A de la section du tuyau.

Entre les appuis PP, la courbe n° 4 se confond sensiblement avec l'axe des abscisses, les ordonnées des moments dans cette région étant extrêmement faibles, à l'échelle du dessin.

Nous voyons que ces courbes présentent des points anguleux sur les appuis, qui sont les régions des plus grands moments, pour cette position des appuis.

Avec les conventions de signes adoptées pour les moments, les valeurs négatives de Z correspondent aux flexions qui tendent à aplatir le tuyau. Elles ont été portées au-dessus de l'axe des X. On voit, par l'aspect des courbes, que les régions du tuyau qui seront aplaties sont celles des appuis et du sommet de la circonférence, en B, les autres parties sont au contraire renflées.

Les courbes indiquent la position des maximums et minimums, qui ont lieu en A, en B, et en un point intermédiaire dans le voisinage de 90 degrés.

Pour les quatre types d'appuis considérés, la forme des courbes est très différente dans la région comprise entre les appuis, ce qui s'explique, cette région PAP étant peu étendue, et soumise à l'influence des liaisons des appuis, qui en sont très voisins. Dans la région supérieure PBP, qui est très étendue, les courbes affectent au contraire une allure semblable.

En comparant les valeurs des moments dans cette région, pour les quatre courbes, on voit que la disposition des appuis mobiles (courbe n° 2) est celle qui fatigue le moins les parois dans le voisinage des appuis. Cela se conçoit, car la mobilité des appuis annule les poussées, tandis que les parois demeurent soumises en ces points à l'action de ces forces, dans les trois autres cas.

Par contre, les fatigues sont plus grandes en dehors de cette zone peu étendue, lorsque les appuis sont mobiles, et dans toute la région supérieure PBP, au-dessus des appuis, c'est la courbe n° 4 (encastrements sur appuis) qui correspond aux plus petits moments.

Ces résultats apparaissent avec plus de netteté lorsque l'on superpose les quatre courbes, et nous voyons que la ligne-enveloppe des plus grands moments, en valeur absolue, est représentée par le contour *abcdefg*.

C'est cette ligne-enveloppe que l'on pourra utiliser dans la pratique, par mesure de sécurité, toutes les fois qu'il n'apparaîtra pas que l'on puisse ranger nettement, dans telle ou telle catégorie, le système d'appui étudié.

La fixité absolue des appuis peut être difficile à réaliser, en effet, lorsque les déplacements horizontaux correspondant au type théorique des appuis mobiles, sont d'une amplitude excessivement faible, de quelques dixièmes de millimetre par exemple.

L'encastrement absolu, qu'il semble assez aisé d'obtenir par des assemblages rigides du tuyau sur ses supports pourra se trouver réalisé imparfaitement si ces supports sont assez hauts, et ne sont pas encastrés à leur pied dans le massif des fondations d'une manière suffisante pour empêcher les plus petites oscillations sous l'action des poussées s'exerçant à leur partie supérieure.

Dans toutes ces circonstances, il suffira d'employer la courbe-

enveloppe des plus grands moments pour être assuré de ne pas dépasser la limite de travail que l'on s'est imposée, pour la matière composant les parois.

On peut également utiliser cette courbe à la manière d'une courbe de moments de flexion dans des travées droites continues, pour renforcer les parois dans les régions des plus grandes fatigues, soit par des augmentations d'épaisseur, soit par des dispositions appropriées dans les armatures.

Enfin si l'épaisseur des parois est constante, ou si les armatures ont un profil constant pour toute la circonférence, il suffira de retenir de ces courbes l'indication du moment le plus grand en valeur absolue.

Ce maximum a lieu ici sur les appuis, pour la courbe n° 1 qui nous donne Z = 0,681, et la valeur absolue du plus grand moment sera :

$$M = 0{,}681 \left(pR^2 + \frac{1}{2}\delta R^3\right) \quad \text{(maximum négatif)}$$

par mètre courant de conduite.

Tuyau reposant sur une fondation plane. — La courbe Z correspondante a été tracée à la même échelle que les précédentes (courbe n° 5). On voit de suite qu'elle correspond à des moments fléchissants beaucoup plus grands, et que c'est surtout au point d'appui inférieur A que les valeurs de Z sont le plus élevées.

C'est en effet en ce point que sont venues se superposer les réactions des appuis, tandis que les fatigues locales qu'elles produisent étaient réparties auparavant en deux points espacés.

Les maximums négatifs de la fonction Z ont lieu :

En A, où l'on a :	Z = 1,50	(aplatissement)
Et B, où l'on a :	Z = 0,50	—

On a un maximum positif pour $\alpha = 74°46'$, au point E où l'on a :

Z = 0,641 (renflement)

Et les moments fléchissants sont nuls en C ($\alpha = 33°41'$) et en D ($\alpha = 129°23'$).

Nous avons tracé une épure des moments de flexion sur la circonférence elle-même, en portant des longueurs proportionnelles aux moments, suivant les rayons, à l'intérieur du cercle pour les moments négatifs, à l'extérieur pour les moments positifs.

Les épaisseurs des surfaces ombrées indiquent ainsi les variations des moments; les régions de tuyau aplaties sont celles qui correspondent aux surfaces situées à l'intérieur de la circonférence; les régions renflées correspondent aux surfaces extérieures.

Nous avons recherché également les variations des flexions dans les parois, pendant les diverses phases du remplissage.

En superposant les courbes obtenues pour trois positions du niveau de l'eau dans la conduite, caractérisées par les angles de 90, 120, 150 degrés des points de contact de la surface libre avec avec les parois, nous voyons que les points d'intersection des courbes successives avec l'axe des X varient peu, et que les régions où les moments sont nuls se trouvent dans le voisinage immédiat des points C et D, situés à 33°41′ et à 129°23′.

Comme il y a tout intérêt, pour des tuyaux en tôle rivée, à disposer les rivures longitudinales suivant les génératrices correspondant aux moments de flexion les plus faibles, on voit donc qu'il y aura intérêt à disposer ces rivures vers 30 et 130 degrés en nombres ronds, pour les tuyaux reposant sur une fondation plane. Grâce à cette précaution, qui ne correspond à aucune sujétion nouvelle de construction, les parois ne sont pas fatiguées par les flexions dans les sections affaiblies par les trous des rivets. La rivure sera aussi plus facilement étanche.

Pour les autres types d'appui, on disposerait de même les rivures longitudinales des tuyaux en tôle rivée, suivant les génératrices correspondant, aux points d'intersection de la courbe Z, avec l'axe des X, ce qui ne présentera aucune difficulté dans la pratique.

Tuyau reposant sur une fondation circulaire. — Nous avons tracé la courbe Z correspondante pour $\varphi = 30$ degrés (courbe n° 6).

On a encore un moment maximum au milieu de la région appuyée, au point A. Mais ce maximum est bien plus faible que lorsque l'appui se fait suivant la génératrice du point A; il est environ moitié moindre, et la courbe des Z présente une partie arrondie dans le voisinage du point A, au lieu de la pointe aiguë du cas précédent.

En superposant les courbes n°s 5 et 6, nous voyons que ces deux courbes demeurent partout très voisines, sauf auprès du point A.

L'appui suivant une zone inférieure de contact de 60 degrés

entre le tuyau et sa fondation est donc très efficace pour diminuer les fatigues au point inférieur A, mais il est sans grande influence sur les flexions des parois, en dehors de la région appuyée. Les ordonnées Z sont seulement un peu plus faibles pour la courbe 6 que pour la courbe 5.

Tuyau disposé dans un berceau maçonné. — Nous avons tracé les trois courbes Z correspondant à des berceaux maçonnés embrassant toute la demi-circonférence inférieure de la conduite, et dont les niveaux supérieurs seraient en P_1, P_2, P_3, ces trois points étant caractérisés par les valeurs $\varphi = 90$ degrés, 105, degrés, 120 degrés. La plus grande valeur absolue des moments de flexion a lieu en ces endroits. On a :

$$Z = 0{,}109 \text{ en } P_1,\ Z = 0{,}053 \text{ en } P_2,\ Z = 0{,}021 \text{ en } P_3.$$

Ainsi lorsque l'angle φ passe de 90 degrés à 105 degrés les moments de flexion sont diminués de moitié au point P. Ils sont également réduits de moitié en B, à la partie snpérieure du tuyau, et dans la région intermédiaire du maximum positif.

De même, en passant de 105 à 120 degrés, les fatigues sont encore réduites de plus de moitié.

Ces résultats sont intéressants à observer, car ils montrent combien l'efficacité d'un berceau maçonné se trouve augmentée, dès que l'on dépasse quelque peu le niveau du plan diamétral horizontal pour son arasement supérieur.

C'est une disposition semblable de berceau maçonné qui a été adoptée pour la conduite de Champ, dont nous donnons une coupe transversale, pour la partie en tôle.

L'arasement supérieur du berceau a été fait à 0,50 m au-dessus du plan diamétral horizontal, ce qui correspond à un angle φ légèrement supérieur à 105 degrés.

MM. Bouchayer et Viallet, constructeurs à Grenoble, nous ont communiqué les plans de détails d'une conduite projetée, de 3,45 m de diamètre intérieur, en tôle rivée très mince, les épaisseurs variant de 6 à 8 mm seulement. Nous avons représenté une coupe transversale de cette conduite, et l'on y voit les dispositions adoptées pour combattre les déformations de parois aussi éminemment flexibles.

Sur chaque tronçon de 10 m de longueur, on a disposé trois armatures, en cornières, embrassant toute la circonférence, ces armatures étant renforcées à la partie inférieure par un cadre

également en cornières. L'espacement des armatures est ainsi de 3,30 m environ. Elles ont été établies pour s'opposer aux déformations des tronçons à vide, c'est-à-dire pendant leur transport et mise en place.

Les déformations dues au poids de l'eau sont combattues comme précédemment par un berceau maçonné embrassant toute la région inférieure de la canalisation, jusqu'à 0,50 m au-dessus du plan horizontal diamétral.

Comme ces tuyaux doivent passer sur un pont, dans une partie de leur parcours, la maison Bouchayer et Viallet a prévu l'établissement de murs de soutènement sur cet ouvrage, pour empêcher l'aplatissement de la conduite au remplissage. Les dimensions de ces murs de soutènement ont été déterminées par une épure de statique graphique, de manière qu'ils résistent par leur propre poids à la poussée de l'eau contenue dans le tuyau, dont les parois ont été considérées comme une enveloppe flexible transmettant intégralement les pressions sur le mur.

Applications numériques.

Nous terminerons cette étude en indiquant comment les formules que nous avons établies peuvent être utilisées pour les calculs des parois de canalisation de grand diamètre, ces parois étant prévues assez rigides pour pouvoir résister par elles-mêmes à l'action des forces déformatrices.

Dès que les flexions ont une certaine importance, ce résultat s'obtient par l'emploi d'armatures rationnelles, plutôt que par une augmentation d'épaisseur des parois, et nous avons vu qu'il était préférable d'avoir des armatures transversales rapprochées.

C'est donc ce cas que nous traiterons comme exemple d'application numérique de nos formules.

Soit une conduite de 3 m de diamètre intérieur, supportant une pression d'eau de 30 m.

Les parois de cette conduite pourront être faites en tôles minces d'acier doux de 7 mm d'épaisseur, renforcées tous les mètres courants par des armatures en cornières reposant sur une fondation plane.

Ces armatures sont représentées sur la coupe transversale de la conduite. Elles sont formées de deux cornières de $100 \times 100 \times 12$, renforcées par un cadre rigide en tôles et cornières à leur partie inférieure, et elles prennent appui sur le massif de fon-

dation suivant une zone de 30 degrés de part et d'autre de l'axe vertical de la conduite.

Dans la formule générale

$$M = \left(pR^2 + \frac{1}{2}\delta R^3\right) Z,$$

nous aurons :

$p = 90$ kg (poids des parois au mètre carré),
$\delta = 1\,000$ kg,
$R = 1{,}50$ m ;

ce qui donne :

$$pR^2 + \frac{1}{2}\delta R^3 = 1\,890 ;$$

d'où $$M = 1\,890 \times Z.$$

C'est le moment de flexion dû aux forces déformatrices, par mètre courant de parois.

Les armatures étant disposées tous les mètres courants, ce moment correspond aux flexions que doit combattre chaque armature.

Pour simplifier les calculs, et par mesure de nécessité, nous négligerons l'action des tôles des parois, et nous ne compterons, comme moment d'inertie des parois, que celui des cornières de l'armature seulement.

Dans sa partie renforcée par le cadre rigide inférieur, en tôles et cornières, le moment d'inertie de l'armature est beaucoup plus grand que dans la région formée de deux cornières seulement. Aussi peut-on considérer les déformations de l'armature dans la zone du cadre, comme négligeables devant celles de la partie courante, ce qui revient à calculer cette zone supérieure comme une pièce encastrée à ses attaches sur le cadre, soit à 30 degrés de la verticale.

La fonction Z, que l'on peut admettre ici comme convenant le mieux aux dispositions pratiques adoptées, sera donc représentée par la branche de courbe n° 4 comprise de 30 degrés à 180 degrés.

Les plus grandes valeurs de Z ont donc lieu :

A 30 degrés où l'on a $Z = 0{,}670$,
A 90 degrés où l'on a $Z = 0{,}329$;
A 180 degrés où l'on a $Z = 0{,}275$.

Dans la section à 30 degrés, les deux cornières 100, 100,12 sont rivées sur la tôle de 7 mm du cadre, à laquelle elles sont fixées sur une longueur assez grande, depuis l'origine de l'attache, pour que cette tôle puisse être comptée dans la section. Sa longueur, suivant le rayon, est de 500 mm environ.

Dans ces conditions l'on a :

Moment d'inertie :

$$I = 0{,}000173 \text{ (2 c. 100-100-12, 1 tôle 500-7)};$$

Distance de l'axe neutre aux fibres les plus éloignées :

$$v = 0{,}3742;$$

Module de résistance :

$$\frac{I}{v}10^6 = 462;$$

Moment de flexion :

$$M = 0{,}670 \times 1\,890 = 1\,266 \text{ kilogrammètres};$$

Travail maximum du métal :

$$r_1 = \frac{M}{\frac{I}{v}.10^6} = 2{,}74 \text{ kg par millimètre carré (compression).}$$

Dans la section à 90 degrés l'armature comprend deux cornières seulement.

On a :

$$I = 0{,}0000042 \quad v = 0{,}0706 \quad \frac{I}{v}10^6 = 60;$$

Moment de flexion :

$$M = 0{,}329 \times 1\,890 = 622 \text{ kilogrammètres};$$

Travail maximum du métal :

$$r_1 = \frac{622}{60} = 10{,}37 \text{ kg par millimètre carré (tension).}$$

Dans la section à 180 degrés, la valeur de Z étant plus faible que la précédente, et la section d'armature la même, on aurait pour r_1 un coefficient moins élevé.

La valeur la plus grande de r_1 a donc lieu à 90 degrés et l'on a :

$$r_1 = 10{,}30 \text{ kg par millimètre carré.}$$

La pression de 30 m d'eau correspond à une tension dans les parois de $F = \frac{30 \times 1\,000 \times 3}{2} = 45\,000$ kg par mètre courant

Section d'un mètre courant de parois (tôles et deux cornières d'armatures).

$$\Omega = 11\,512 \text{ mm}^2.$$

Travail maximum du métal à la tension :

$$r_2 = \frac{F}{\Omega} = 3{,}91 \text{ kg}.$$

Dans la section à 90 degrés le travail $r_1 = 10{,}30$ kg est également une tension.

Le coefficient de travail total, la conduite étant en charge, demeurera donc inférieur à :

$$r = r_1 + r_2 = 10{,}37 + 3{,}91 = 14{,}28 \text{ kg par millimètre carré.}$$

Comme c'est une limite qui ne serait pas atteinte, il reste une marge bien suffisante, au-dessous du coefficient d'élasticité du métal.

Conclusions.

Nous remarquerons, tout d'abord, que les formules que nous avons établies correspondent à des hypothèses théoriques précises et bien définies. Aussi ne pourront-elles nous fournir que des résultats approchés, dans les applications, car les conditions de la pratique sont trop complexes pour pouvoir être traduites par des formules simples, qui tiennent compte à la fois de tous les éléments du problème.

Il en est généralement ainsi, dans toutes les questions de résistance des matériaux, et nous nous sommes bornés à rechercher une méthode de calcul qui nous permette d'évaluer par excès les plus grandes fatigues moléculaires dues aux forces déformatrices dont nous avons étudié les effets.

Nous avons vu qu'il reste une certaine part réservée à l'appréciation, dans le choix des formules théoriques à employer pour une application pratique déterminée. Nous avons donc établi les formules correspondant à des cas théoriques assez nom-

breux, *entre lesquels* puissent se classer, sans trop d'écart, les dispositions pratiques étudiées. Des résultats plus précis pourraient sans doute être obtenus par une étude plus complète de cette question. Mais les formules auxquelles on arrive sont alors beaucoup plus compliquées.

Pour traiter le problème d'une manière tout à fait générale, il serait en effet nécessaire de considérer le cas d'une conduite posée sur des appuis discontinus espacés à des distances quelconques les uns des autres, les formules tenant compte de la solidarité des déformations longitudinales et transversales de la conduite. On pourrait alors, en toute certitude, établir de grosses canalisations sur des appuis espacés, en armant au besoin les parois d'une façon rationnelle.

En l'absence de formules de ce genre, nous ne pouvons que nous borner ici à conseiller pour les *grands diamètres* des appuis continus ou suffisamment rapprochés pour que les flexions longitudinales soient négligeables et que l'on n'ait plus à tenir compte que des effets de la pression et des fatigues dues aux déformations transversales. Ces dispositions sont d'ailleurs adoptées généralement dans la pratique pour les grosses conduites. Si des conditions locales imposaient des appuis espacés, on aurait recours à un double système d'armatures transversales entretoisées par des armatures longitudinales disposées suivant les génératrices, et qu'il serait aisé de calculer, en négligeant, par exemple, la résistance de la paroi dans le calcul des armatures longitudinales, et en calculant les armatures transversales d'après les forces déformatrices correspondant à leurs espacements. Nous ne croyons pas qu'il y aurait un très grand intérêt à rechercher des formules plus précises pour un calcul de ce genre, cette disposition semblant devoir être fort exceptionnelle dans la pratique. Car lorsque l'on a des portées assez grandes à franchir avec de grosses conduites, il parait rationnel de les soutenir en ces endroits par des poutres métalliques ou des ouvrages maçonnés spécialement étudiés à cet effet.

Quant aux conduites de *faible diamètre*, posées le plus ordinairement sur appuis espacés, nous estimons suffisant de les calculer comme on le fait généralement, en négligeant les déformations transversales des sections, et ne tenant compte que des effets de la pression intérieure.

Les fatigues dues aux déformations longitudinales entre appuis se calculent alors par les formules ordinaires des poutres droites

continues. On pourra, par précaution, renforcer les sections au droit des appuis par des armatures transversales robustes qui résistent avec efficacité aux réactions locales produites en ces endroits par la charge des travées contiguës.

Dans un ordre d'idées bien différent de tout ce qui précède, nous émettrons une opinion que nous nous bornons simplement à soumettre à nos collègues plus compétents sur cette matière.

Nous pensons qu'il pourrait être utile dans certains cas d'appliquer nos formules, ou des formules analogues établies spécialement à cet effet, pour étudier l'action des forces déformatrices, poids de l'eau et poids des parois, dans les *chaudières à vapeur* à corps cylindrique. Suivant leur mode d'appui ou de suspension dans les massifs maçonnés qui les entourent, les tôles peuvent être soumises à des efforts secondaires importants, et nous rappellerons que M. Vinçotte a déjà émis une opinion semblable, au sujet des fentes dans les clouures longitudinales des bouilleurs.

Lorsque l'on visite les belles collections de pièces de chaudières réunies par notre collègue M. Compère, Directeur de l'Association parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur, il s'en dégage tout d'abord cette impression très nette que les causes d'usure rapide, mise hors de service prématurée ou accidents, dans les chaudières à vapeur, semblent devoir échapper à tout calcul. Il s'agit là, le plus souvent, de corrosions de coups de feu ou de ruptures de pièces, dont les causes apparaissent avec évidence au premier examen. Dans la majorité des cas, des démonstrations analytiques et des formules seraient certainement superflues.

Ainsi que cela ressort des intéressantes communications que M. Compère a faites récemment au Conservatoire des Arts et Métiers, les accidents, au sens propre du mot, sont en somme fort rares, bien que les dures épreuves auxquelles se trouve soumis le métal, sous l'action des variations de température qu'il subit, ne soient pas sans altérer profondément, à la longue, ses qualités primitives de résistance et d'élasticité.

Malgré toutes ces conditions défavorables, des chaudières bien établies peuvent rendre longtemps de bons services.

Cela est certainement dû aux épreuves réglementaires très strictes de réception des chaudières, à l'efficacité du contrôle et de la surveillance, relatifs à la conduite et à la bonne marche de ces appareils. Mais nous estimons que l'on peut aussi admettre que les coefficients de sécurité adoptés dans les calculs

d'établissement des chaudières sont pour beaucoup dans la rareté des accidents observés.

Pour que ces coefficients de sécurité puissent donner réellement des garanties suffisantes, en présence de tous les phénomènes qui échappent au calcul, même en marche normale, il devient dès lors nécessaire de pousser l'analyse mathématique le plus loin possible, afin d'éviter toutes les causes de fatigues permanentes des tôles, comme celles qui peuvent être dues à des appuis mal disposés ou mal conçus. Cela n'apparait pas toujours à la simple inspection des plans, dès que l'on sort quelque peu de dispositions éprouvées par une longue pratique.

Des recherches théoriques de ce genre pourront aussi donner parfois l'explication de phénomènes dont les causes premières n'apparaissent pas nettement.

Nous rappellerons, en terminant, les conclusions pratiques auxquelles nous ont conduit ces formules, relativement aux *rivures longitudinales* des viroles successives des conduites en tôle.

Ainsi que nous l'avons remarqué, il n'est pas indifférent de disposer les files de rivets suivant des génératrices quelconques.

Les rivures longitudinales doivent être disposées suivant les génératrices pour lesquelles les moments de flexion dus aux forces déformatrices sont nuls, ou du moins dans le voisinage de ces génératrices, et un calcul sommaire donne rapidement des indications suffisantes à ce sujet. Il n'en résulte aucune sujétion nouvelle de construction, et les avantages en sont manifestes tant au point de vue de l'étanchéité plus facile à obtenir pour la rivure, que de la résistance plus grande des parois, suivant les lignes de rivets. Ces régions, affaiblies par les trous de rivets, ne travailleront pas sous l'action des forces déformatrices, si l'on a soin d'étudier la rivure en conséquence.

Nous voulons exprimer maintenant nos remerciements à tous ceux de nos collègues qui nous ont fourni, avec une si grande obligeance les renseignements que nous leur avons demandés, et tout spécialement à notre éminent Collègue, M. Ribourt, Professeur à l'École Centrale.

Qu'il nous soit permis de remercier également notre Président de l'année dernière, M. Bodin, dont la bienveillance nous a encouragés à poursuivre ces recherches théoriques sur un sujet aussi vaste et qui demanderait à être traité moins sommairement.

SUR L'ESSAI DES MÉTAUX

PAR FLEXION DE BARREAUX ENTAILLÉS

PAR

M. G. CHARPY

I

Nous avons présenté, en 1901, à la Société des Ingénieurs Civils et au Congrès de l'Association internationale des Méthodes d'essai, tenu à Budapest, une note sur l'essai des métaux à la flexion par chocs de barreaux entaillés. Depuis cette époque, nous avons continué l'étude de cette question, en examinant plus spécialement les points controversés ou ceux qui étaient laissés de côté dans les nombreuses études publiées sur le même sujet. La présente note a pour but de résumer les nouvelles expériences effectuées. La plupart ont été exposées verbalement dans les séances de la section française de l'Association internationale des Méthodes d'essai.

A la fin de la note de 1901, nous indiquions comme suffisant, pour de premiers essais pratiques, l'emploi de chocs répétés, donnés avec le mouton ordinaire, qui a le grand avantage d'utiliser un matériel existant dans tous les ateliers, et de ne pas nécessiter l'acquisition de machines coûteuses et sur le fonctionnement desquelles on n'est pas encore complètement fixé.

Le procédé a été vivement critiqué; nous ne croyons pas inutile de signaler qu'il a fait, d'autre part, l'objet d'applications pratiques qui ne lui ont pas été défavorables. La marine nationale l'a appliqué depuis trois ans à l'examen des plaques de blindage, et les très nombreux essais effectués de cette façon n'ont donné lieu à aucune difficulté. D'autre part, on trouve, dans l'*Engineering* du 18 avril 1902, la description d'expériences faites par MM. Yarrow et C[ie] sur des métaux destinés à la construction de chaudières, en soumettant des barreaux entaillés aux chocs répétés d'un mouton de 4 kg, tombant de 45 cm de hauteur. L'article conclut :

« Pour l'objet qu'on avait immédiatement en vue, c'est-à-dire » la détermination des mérites comparatifs des aciers employés, » le procédé suivi par MM. Yarrow et Cie s'est montré entière- » ment satisfaisant; des expériences soignées ont démontré qu'il » permettait de déterminer avec plein succès la fragilité relative » des métaux. »

Quoi qu'il en soit, il est bien certain que, pour les expériences très précises ou pour l'étude scientifique de la fragilité, il est préférable de déterminer numériquement le travail de rupture.

Le mouton-pendule que nous avons décrit en 1901 nous avait donné, dans ce sens, des résultats satisfaisants; il a subi actuellement l'épreuve d'un fonctionnement continu de plusieurs années.

Nous avons cherché à perfectionner les détails de cet appareil, et à en établir des modèles moins encombrants que le modèle primitif.

On peut varier à l'infini les dimensions et les dispositions de ces appareils. Après examen de nombreuses solutions, nous nous sommes arrêtés à deux types (un grand et un petit), qui nous semblent répondre aux divers cas de la pratique.

Mouton-pendule n° 1.

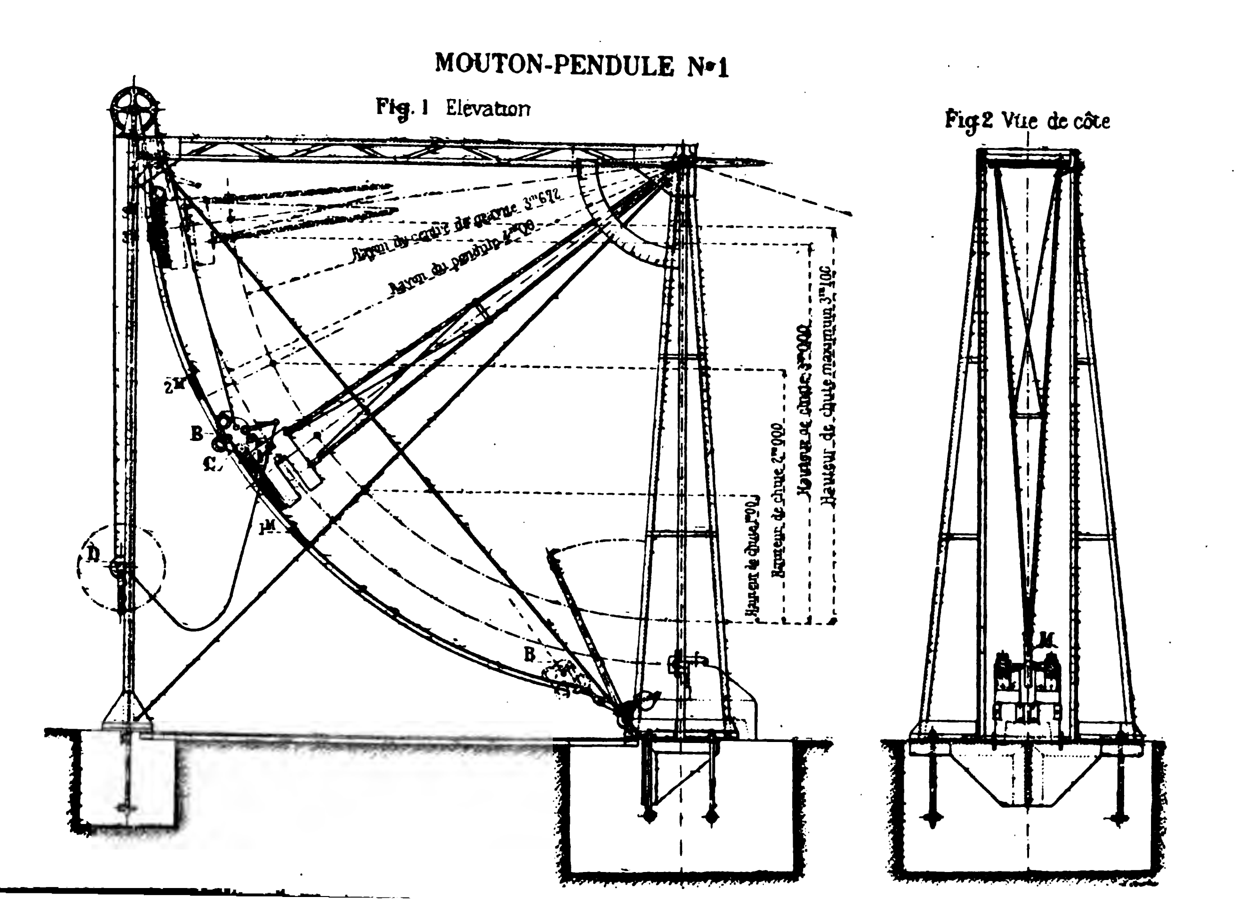
Le mouton-pendule n° 1 a une puissance de 200 kgm environ, avec une vitesse au choc maxima de 7,80 m par seconde. Les figures 1 et 2 donnent les vues d'ensemble de cet appareil.

La partie principale de la masse agissante est constituée par un marteau M, aplati pour pouvoir passer dans l'évidement des supports du barreau; ce marteau est évidé de telle sorte que l'axe du couteau passe par la verticale du centre de gravité. La suspension du marteau, légère et rigide, est formée de tubes sans soudure, reliés par des haubans à tension réglable, en fils métalliques; elle est étudiée de manière à placer le centre de percussion sensiblement sur l'axe du barreau essayé, afin d'atténuer les vibrations et la réaction sur l'axe de suspension.

L'axe est monté en pointes *(fig. 3)*.

Une aiguille A *(fig. 3 et 4)*, serrée à frottement doux sur l'axe, peut se déplacer devant un cercle gradué; elle est entraînée par la tige de suspension dans son mouvement d'élévation après rupture du barreau; la division à laquelle elle s'arrête indique la hauteur maxima à laquelle est remonté le mouton.

MOUTON-PENDULE N°1

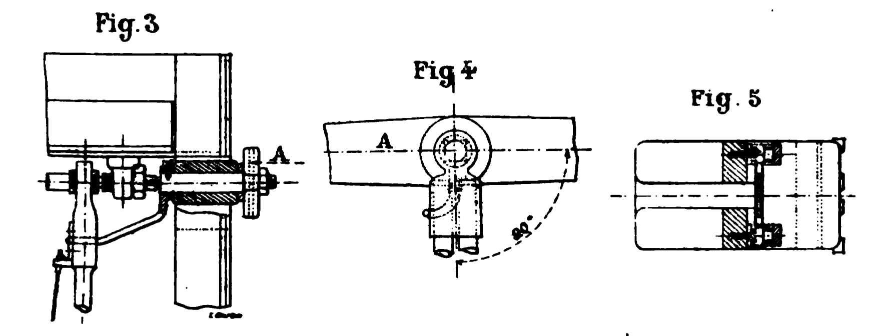


Les supports du barreau sont amovibles dans leurs encastrements en acier, rapportés sur une chabotte en fonte. Ils sont maintenus à demeure par des clavettes. Ils permettent l'essai des barreaux entaillés reposant sur deux appuis, et de forme et longueur variables.

Les figures 2 et 5 indiquent la disposition de ces supports pour les essais à la flexion, par choc, de barreaux entaillés.

La chabotte en fonte porte les supports du barreau; le reste de l'appareil est monté sur une charpente métallique.

Le mouton est élevé au moyen d'un chariot B (*fig. 1*), auquel il est relié par un levier à déclic C. Le chariot, entraîné par un



treuil à main D, roule sur un chemin circulaire. On peut ainsi élever le mouton à des hauteurs variables suivant les dimensions des barreaux à essayer et les vitesses au choc que l'on veut obtenir.

La hauteur de chute maximum, rapportée au centre de gravité, est de 3,10 m.

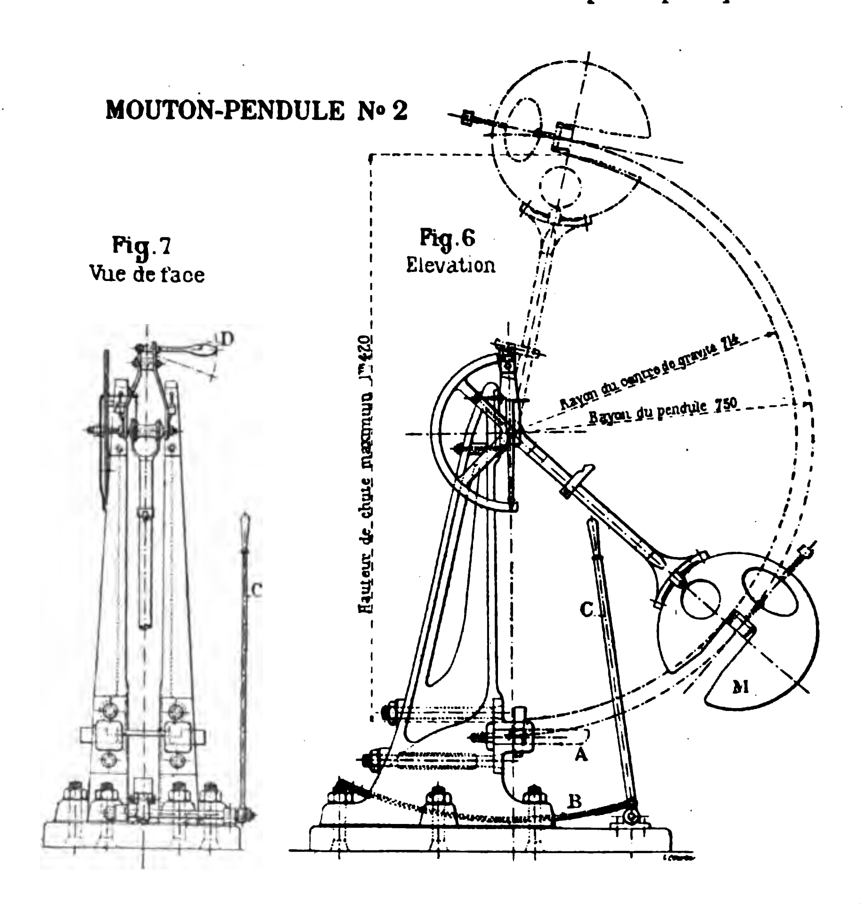
Pour produire la chute, on tire sur une cordelette reliée au levier du déclic C.

Le chemin circulaire du chariot est disposé de façon à former frein et à arrêter les oscillations du mouton après la rupture du barreau. Pour cela, la circulaire est articulée à sa partie supérieure, et commandée à sa partie inférieure par un levier qui permet de la déplacer et de l'amener ainsi au contact d'une brosse métallique fixée au-dessous du mouton.

Mouton-pendule n° 2.

Le mouton-pendule n° 2 a une puissance de 30 kgm environ, avec une vitesse au choc maximum de 5,28 m par seconde. Les figures 6 et 7 donnent les vues de cet appareil.

Sa construction est basée sur les mêmes principes que celle

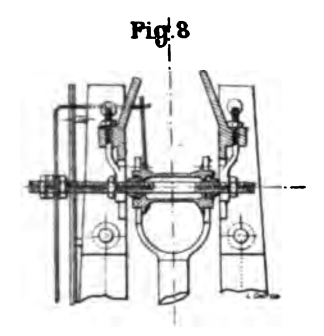


du mouton-pendule n° 1. La partie principale de la masse agissante est constituée par le marteau M, aplati et évidé. La suspension est formée d'un seul tube très léger.

L'axe est monté sur billes *(fig. 8)*; une aiguille, montée à frottement doux sur l'axe, peut se déplacer sous l'action de la tige de suspension dans son mouvement d'élévation après rupture du barreau. La division du cercle gradué devant laquelle elle s'ar-

rète indique la hauteur maximum d'élévation de la masse agissante.

Les supports du barreau sont fixés sur deux jambages en fonte formant chabotte ; ces jambages portent l'axe de suspension, et sont montés sur une plaque d'assise en fonte portant tout l'appareil.


Fig. 8

En plus des essais à la flexion, ce mouton-pendule est disposé pour l'essai à la traction par choc ; les figures 9 et 10 reproduisent le dispositif. Le barreau est vissé, d'une part, à l'arrière du pendule, et, d'autre part, à une traverse qui vient buter (le mouton étant au point le plus bas de sa course) sur deux équerres A clavetées sur la chabotte, à la place des supports de l'essai de flexion. Le mouton est élevé à la main et retenu dans sa position supérieure par un déclic commandé directement par un petit levier D.

La hauteur de chute, constante, est égale à 1,420 m, rapportée au centre de gravité.

Un frein à bande B formé d'une bande garnie de cuir et actionné par un levier C, permet d'arrêter rapidement le mouton après la rupture du barreau ;

Mode de graduation.

On détermine expérimentalement et on inscrit sur chaque pendule : le poids de la partie mobile, la position du centre de gravité et les hauteurs de départ rapportées au centre de gravité. Les hauteurs auxquelles remonte le pendule, après rupture, se calculent d'après le rayon du centre de gravité et l'angle d'élévation lu sur le cercle gradué.

Connaissant les hauteurs de chute avant rupture et d'élévation après rupture, on en déduit facilement, d'une part, la force vive initiale, et, d'autre part, la force vive restante après rupture du barreau ; la différence donne le travail absorbé par la rupture.

Pour avoir la valeur pratique tout à fait exacte, il faut retrancher : 1° la force vive absorbée par les frottements, 2° la force vive absorbée par les fragments du barreau.

ANGLE de remontée	FORCE VIVE restante théorique	FORCE VIVE ABSORBÉE par le frottement pendant la remontée	FORCE VIVE absorbée par les fragments d'un barreau pour un barreau de 600 grammes	TRAVAIL DE RUPTURE du barreau
	kgm	kgm	kgm	
0	0	0	0	187,79
10	3,86	0,06	0,03	183,80
20	15,22	0,15	0,15	172,05
30	34,03	0,28	0,33	152,84
40	59,43	0,48	0,57	126,80
50	90,34	0,75	0,90	94,45
60	127 »	1,10	1,23	57,27
70	167,13	1,47	1,62	15,85

Les appareils qu'on vient de décrire nous ont toujours donné des résultats très réguliers. En pareille matière, l'opinion de l'auteur d'un appareil est toujours suspecte; nous croyons donc devoir citer les conclusions d'une étude comparative effectuée sur différents modes d'essais au choc de barreaux entaillés par M. Mesnager, directeur du Laboratoire des Ponts-et-Chaussées.

M. Mesnager a comparé principalement deux méthodes :

1° La méthode avec petites éprouvettes 8 × 10 mm de section entaillées à la scie sur une profondeur de 1 mm, et essayées au moyen du mouton enregistreur à ressort de M. Frémont.

2° La méthode que nous avons indiquée précédemment, appliquée à des barreaux de 20 × 20 mm de section, entaillés sur 5 mm de profondeur, le fond de l'entaille étant constitué par un trou foré de 4 mm de diamètre, essayés au mouton-pendule de 200 kgm.

M. Mesnager écrit que :

« Les écarts relatifs sont donc moindres avec les grandes » éprouvettes (1) qu'avec les petites (2), environ la moitié. »

Et plus loin :

« Avec des métaux homogènes, les grosses éprouvettes don- » nent des résultats d'une régularité remarquable (3). »

(1) Essayées au mouton-pendule.

(2) Essayées au mouton à ressort.

(3) Procès-verbal de la séance du 26 décembre 1902 de la Section française de l'Association Internationale des Méthodes d'essais. — Voir aussi la deuxième communication de M. Mesnager dans le procès-verbal de la séance du 31 octobre 1903.

II

Nous avons effectué de nombreuses expériences en vue de déterminer l'influence des principales circonstances de l'essai sur barreaux entaillés.

Nous avons considéré successivement :

a) L'influence de la profondeur de l'entaille;

b) L'influence de la forme de l'entaille.

Nous nous sommes bornés à examiner les entailles de formes géométriquement définies, qui peuvent se ramener à deux types : l'entaille à fond arrondi de plus ou moins grand rayon et l'entaille triangulaire aiguë.

c) L'influence de la vitesse au choc.

Nous avons employé successivement le pendule tombant de 3,30, 2,20 et 1,10 m de hauteur, et nous avons fait comparativement des essais de flexion sur une machine à essayer, ce qui correspond à une vitesse presque nulle;

d) Enfin nous avons fait quelques essais pour essayer les mêmes métaux au moyen d'éprouvettes de dimensions différentes.

Dans tous ces essais, nous avons employé des métaux préparés avec toutes les précautions indiquées dans notre note de 1901 en vue d'assurer l'homogénéité et, par suite, la comparabilité des résultats obtenus sur les barreaux successifs.

Beaucoup des expériences effectuées jusqu'ici sur les barreaux entaillés ont paru donner des résultats extraordinaires et ont même fait jeter la suspicion sur cette méthode d'essai parce qu'on n'avait pas pris suffisamment de précautions pour assurer la comparabilité des divers barreaux.

Nous résumons ci-dessous les résultats de nos essais.

a. — Influence de la profondeur de l'entaille.

Il semble résulter de nos essais que, toutes choses égales d'ailleurs, la profondeur de l'entaille a peu d'influence, pourvu qu'elle soit notablement supérieure au rayon de l'arrondi du fond de l'entaille. Une entaille aiguë n'a donc pas besoin d'être profonde. Avec une entaille arrondie, il suffira de prendre une profondeur égale au diamètre de l'arrondi.

Voici quelques essais effectués sur des barrettes découpées dans une tôle à chaudières de 15 mm d'épaisseur.

La section de rupture était toujours de 15 × 15 mm ; l'entaille était faite, suivant le procédé que nous avons indiqué, en perçant un trou de 4 mm de diamètre.

La seule variable était la profondeur de l'entaille.

NUMÉROS DES ÉPROUVETTES	PROFONDEUR DE L'ENTAILLE	RÉSILIENCE (1)	ANGLE DE RUPTURE
1	15 mm	16,4	144°5
2	15	16,4	142,5
3	10	15,2	148,5
4	10	15,3	145,0
5	5	14,8	140,5
6	5	15,2	142,0
7	2	22,4	120,0
8	2	22,4	118,5

(1) Rappelons que nous désignons par le terme *résilience* le travail de rupture exprimé en kilogrammètres par centimètre carré de section.

Les résultats sont tous pratiquement égaux, sauf pour les entailles de 2 mm qui donnent des résiliences notablement plus élevées. Voici une autre série sur tôle extra-douce, de 16 mm d'épaisseur, section de rupture 15 × 16 mm, diamètre de l'arrondi 4 mm.

NUMÉROS DES ÉPROUVETTES	PROFONDEUR DE L'ENTAILLE	RÉSILIENCE	ANGLE DE RUPTURE
1	15 mm	28,2	118°
2	15	30,4	114
3	10	27,0	121
4	10	26,2	126
5	5	31,2	115
6	5	28,8	121

Les variations de profondeur de l'entaille ont moins d'influence que les différences qui existent entre les barreaux.

Il n'est donc pas nécessaire, tout en donnant aux entailles un fond arrondi, de leur donner une grande profondeur ; cela per-

mettra, le cas échéant, de pratiquer facilement ces entailles au moyen d'une fraise de forme, au lieu de recourir au perçage. L'emploi de la fraise paraît surtout avantageux quand on a à effectuer simultanément un certain nombre d'éprouvettes de mêmes dimensions.

b et *c*. — Influence de la forme de l'entaille et de la vitesse au choc.

Les essais relatifs à ces deux variables ont été exécutés simultanément; ils sont résumés dans le tableau ci-dessous. Tous les essais ont été effectués sur barreaux de 30 × 30 mm de section entaillés sur 15 mm de profondeur et placés sur des appuis distants de 120 mm.

Les entailles, arrondies, étaient faites en perçant un trou de 8, 4 ou de 2 mm de diamètre. Les entailles aiguës étaient faites soit à la raboteuse, soit au moyen d'un couteau, suivant le procédé indiqué par MM. Barba et Le Blant.

Les hauteurs de chute employées étaient 3,30, 2,20, 1,10 m, correspondant à des vitesses au choc de 7,75, 6,63 et 4,65 m: les essais sur machine à essayer correspondaient à une vitesse de 2 cm par minute environ; on a donc cru pouvoir les appeler statiques.

Dans ce dernier cas, on enregistrait automatiquement le diagramme des efforts en fonction des flèches; la mesure de la surface de ce diagramme, faite au moyen du planimètre, permettait d'évaluer le travail de rupture.

Les métaux employés se classent de la façon suivante :

A. Métal doux de construction, qualité courante, recuit. Résistance à la traction : 41,5 kg;

B. Métal demi-dur (pour essieux ou bandages), recuit. Résistance à la traction : 47,2 kg;

C. Même métal que le précédent, trempé et recuit. Résistance à la traction : 51,4 kg;

D. Métal demi-dur (métal à canons), trempé et recuit. Résistance à la traction : 62,5 kg;

E. Métal extra-doux (qualité tôles à chaudières), trempé et recuit. Résistance à la traction : 38,7 kg.

Si on examine les résultats rangés dans une même ligne horizontale, on voit que l'influence de la vitesse au choc est très

NATURE de L'ENTAILLE	Métal A				Métal B				Métal C				Métal D				Métal E			
	ESSAIS DYNAMIQUES			ESSAIS STATIQUES	ESSAIS DYNAMIQUES			ESSAIS STATIQUES	ESSAIS DYNAMIQUES			ESSAIS STATIQUES	ESSAIS DYNAMIQUES			ESSAIS STATIQUES	ESSAIS DYNAMIQUES			ESSAIS STATIQUES
	Vitesse 7m75	Vitesse 6m63	Vitesse 4m65		Vitesse 7m75	Vitesse 6m63	Vitesse 4m65		Vitesse 7m75	Vitesse 6m63	Vitesse 4m65		Vitesse 7m75	Vitesse 6m63	Vitesse 4m65		Vitesse 7m75	Vitesse 6m63	Vitesse 4m65	
Ronde de 8 mm	15,2	»	»	15,3	17,8	»	»	»	28,8	»	»	»	16,6	16,9	17,4	17,9	44,5	»	»	40,0
de diamètre	»	»	»	18,2	»	»	»	»	»	»	»	»	15,8	14,6	»	15,6	»	»	»	39,0
Ronde de 4 mm	»	»	»	»	12,7	12,2	13,4	11,5	24,5	26,1	23,7	27,5	»	»	»	»	»	»	»	»
de diamètre	»	»	»	»	»	12,2	13,1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ronde de 3 mm	2,95	»	»	11,5	10,9	»	»	»	18,2	»	»	»	»	»	»	8,2	42,3	»	»	27,8
de diamètre	»	»	»	8,1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7,7	»	»	»	24,0
Aiguë	1,7	»	»	2,7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3,6	41,8	»	»	21,7
à la raboteuse	»	»	»	3,4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6,2	»	»	»	23,0
Aiguë au couteau Basba Le Blant	»	»	»	»	1,7	»	1,8	3,4	5,8	»	6,0	12,7	»	»	»	4,2	»	»	»	»

faible, pour tous les métaux, avec les entailles à fond arrondi.

Les différences observées sur la résilience avec des vitesses au choc différentes, et même dans l'essai statique, sont de l'ordre des erreurs d'expérience.

Il n'en est pas de même pour les entailles aiguës avec lesquelles la vitesse au choc a encore très peu d'influence, mais qui font apparaître une différence entre les essais dynamiques et les essais statiques ; cette différence n'est pas toujours dans le même sens : d'après quelques chiffres contenus dans le tableau ci-dessus qui ont vérifié quelques essais hors série, il semble que pour les métaux moyennement fragiles, on obtienne dans l'essai statique des travaux de rupture plus élevés que dans l'essai dynamique ; mais, pour les métaux extra-doux, très fragiles, c'est le contraire qui a lieu, au moins dans certains cas ; l'essai statique sur entailles aiguës donne alors des travaux de rupture notablement inférieurs à ceux que donne l'essai dynamique sur les même barreaux.

Si, d'autre part, on compare les chiffres rangés dans une même colonne verticale, pour faire ressortir l'influence de l'entaille, on voit que, toutes choses égales d'ailleurs, la résilience augmente en même temps que le rayon du fond de l'entaille. Cette augmentation, très accentuée pour les métaux fragiles, que l'essai soit statique ou dynamique, devient très faible dans le cas des métaux doux très peu fragiles essayés dynamiquement ; on obtient, dans ce cas, des résultats presque équivalents avec une entaille aiguë ou avec une entaille arrondie de 8 mm de diamètre.

Enfin, si l'on cherche à classer les différents métaux les uns par rapport aux autres en envisageant, soit un essai, soit l'autre, on constate que, dans tous les cas, le classement reste le même.

Les circonstances de l'essai (vitesse au choc, forme de l'entaille, etc.) modifient donc la valeur absolue observée pour la résilience d'un même métal, mais ne paraissent pas modifier sensiblement les valeurs relatives des résiliences de plusieurs métaux.

Les résultats précédents s'interprètent assez bien quand on cherche à analyser un peu plus en détail la marche du phénomène de flexion sur entaille, ce qui est surtout facile dans le cas des essais statiques.

Dans la rupture par flexion d'une éprouvette entaillée, il y a deux périodes distinctes : dans la première, qui précède la for-

mation de toute crique ou fissure, on produit seulement un allongement du métal, localisé dans la partie inférieure de l'entaille; c'est ce que l'on peut appeler la période de flexion; dans la seconde, que l'on peut appeler la période de rupture, il se produit, dans le fond de l'entaille, une fissure qui se propage à travers l'épaisseur restante du métal.

Il parait évident, *a priori*, et il est facile de vérifier expérimentalement que la période de flexion a d'autant plus d'importance que le rayon du fond de l'entaille est plus grand. La valeur plus élevée de la résilience que l'on observe avec les entailles arrondies de fort rayon tient donc à ce que l'on mesure, en même temps que le travail de rupture proprement dit, un certain travail de flexion. Cette considération devrait conduire à éliminer complètement des mesures de résilience, l'emploi de l'entaille arrondie si la séparation des deux périodes de flexion et de rupture était parfaitement nette. En réalité, il n'en est pas ainsi; la fissure qui commence la rupture ne s'amorce pas simultanément sur toute la longueur du fond de l'entaille, que celle-ci soit aiguë ou arrondie; elle s'amorce, en général, au milieu de l'entaille et s'étend, graduellement, jusqu'aux bords, durant une période qui est souvent assez prolongée, surtout dans le cas des métaux peu fragiles; pendant cette période, certaines parties de l'éprouvette travaillent à la flexion, tandis que d'autres travaillent à la rupture; il est donc impossible, même avec des entailles aiguës, d'éliminer tout travail de flexion dans les essais de résilience.

Il n'en est pas moins vrai que ce travail de flexion sera réduit par la forme aiguë de l'entaille, qui devra être préférée toutes les fois qu'il s'agira d'expériences d'ordre scientifique, destinées à fournir des valeurs de la résilience aussi exactes que possible.

Dans le cas des essais pratiques, des essais de recette notamment, dans lesquels interviennent deux parties ayant des intérêts inverses, ce qui peut pousser les opérateurs à intervenir dans la formation de l'entaille, soit dans un sens, soit dans l'autre, il sera surtout important de pouvoir vérifier rigoureusement les conditions de l'essai, et cette vérification devient tellement plus facile dans le cas de l'entaille arrondie que celle-ci nous semble devoir être préférée à l'entaille aiguë.

NOTE

SUR

LES CANOTS AUTOMOBILES A GRANDE VITESSE[1]

PAR

A. TELLIER fils

La navigation automobile est en ce moment à l'ordre du jour. Il était du reste à prévoir que la propulsion des bateaux profiterait des grands avantages que possède, sur la vapeur, le moteur à explosions, surtout depuis que celui-ci a atteint le degré de perfection actuel. L'engouement s'en mêlant, il ne se passe guère de semaine sans que les quotidiens nous annoncent la création d'une nouvelle épreuve. Il faut voir là une heureuse émulation pour une industrie naissante, qui ne peut manquer, sous de si favorables auspices, de suivre le développement de son aînée, la locomotion automobile.

Aux courses, devenues annuelles, de Monaco, Paris à la mer, etc., s'ajoutent maintenant celles du Havre à New-York, d'Alger à Toulon, du Tour de France, en attendant les autres! C'est, diront les uns, aller peut-être un peu vite en besogne, mais enfin l'idée est lancée et elle suit son chemin. Des fanatiques voient même déjà les machines à vapeur des torpilleurs, remplacées par des moteurs à pétrole; nous n'en sommes pas encore là, malgré le progrès énorme réalisé depuis deux ans, et les plus gros moteurs à pétrole que je connaisse, marchant industriellement dans des bateaux, ne dépassent guère 150 ch.

Nous avons pensé qu'il serait peut-être intéressant de publier les résultats d'essais que nous avons effectués depuis trois ans, avec différents bateaux rapides, actionnés par des moteurs à pétrole à grande vitesse. Ce sont : *Lutèce*, *La Rapée II*, *La Rapée III*, *Princesse Elisabeth*, *Titan II* (ces deux derniers sont identiques), *Hôtchkiss* et *Pertuisane*.

(1) Voir pl. n° 88.

Malheureusement, comme ces bateaux sont spécialement destinés aux courses, ils sont toujours construits et prêts au dernier moment, de sorte qu'il y a très peu de temps pour les mettre au point et les essayer, et encore moins pour faire les mesures minutieuses d'où sortiraient un grand nombre de renseignements utiles; c'est vraiment regrettable, car ces bateaux sont de véritables modèles, et il y a là une source d'essais de coques et d'hélices réellement inépuisable et d'un grand intérêt pour l'art des constructions navales.

Voici quelles sont les principales caractéristiques des bateaux cités plus haut :

« Lutèce ».

Dessiné et construit fin 1901.

Coque. — Longueur 15 m, largeur 1,50 m, profondeur de carène 0,30 m, hauteur de bordé au milieu 0,53 m.

Déplacement en ordre de marche 2 000 dm^3.

Maîtresse section 0,23 m^2.

Construction en bois de cèdre, à double bordé pour la partie émergée et triple bordé pour la carène, avec toiles vernies intercalées : bordé intérieur transversal de 4 mm, s'arrêtant à la flottaison, bordé du milieu diagonal, de 4 mm, incliné de 22 degrés sur l'arrière de bas en haut, bordé extérieur longitudinal de 6 mm. Les bordés sont fixés sur des serres longitudinales en sapin (5 de chaque côté du bateau); les membrures en acacia, espacées de 1 m, sont fixées sur ces serres et par conséquent isolées des bordés. La quille, les plats-bords et les serres bauquières sont en sapin de Riga, le pont en pin blanc de 10 mm recouvert d'une toile vernie; les carlingues de la machine sont en sapin de 5 cm d'épaisseur, écartées de 0,55 m.

La coque entièrement finie pèse 600 kg, soit 30 0/0 du déplacement; malgré cette légèreté, une coque ainsi construite est d'une solidité parfaite et très étanche, et cependant elle doit résister à des efforts considérables, dirigés un peu dans tous les sens.

Machinerie. — Deux moteurs Panhard-Levassor (type Paris-Berlin) à quatre cylindres chacun 130 mm d'alésage, 130 de course, force d'un moteur seul 40 ch à 850 tours, les deux machines accouplées en tandem par un embrayage magnétique, per-

mettant aux deux moteurs de se mettre automatiquement au calage, donnant l'équilibrage parfait. Changement de marche par mouvement différentiel avec deux embrayages magnétiques, l'un, pour la marche avant, rendant la boîte du différentiel solidaire du moteur, l'autre freinant sur cette boîte pour obtenir la marche arrière; au stop, les deux embrayages n'agissant plus, la boîte tourne dans le même sens que le moteur, leurs vitesses respectives étant en rapport inverse de la démultiplication du différentiel. Ces embrayages ont le grand avantage de pouvoir être commandés à distance, mais ils sont un peu lourds. Pour 80 ch leur diamètre est de 0,38 m.

L'allumage des moteurs est électrique, par bobine d'induction et accumulateurs.

Ces moteurs marchaient à l'alcool carburé. Ils firent la course du Circuit du Nord. Deux réservoirs communiquant, à pression, d'un volume total de 300 l, dans le milieu du bateau.

Ligne d'arbre articulée du type décrit par ma note publiée dans le *Bulletin de l'Association Technique Maritime de 1901*; l'arbre porte-hélice étant incliné de 9,5 0/0 avec la flottaison en marche.

Gouvernail à compensation, commandé par volant.

Hélice à trois ailes de 0,70 m de diamètre, à génératrice perpendiculaire à l'axe.

Avec ces deux moteurs, la vitesse du bateau était de 18,4 nœuds.

Les machines étant trop lourdes (7,5 kg par cheval), furent remplacées en septembre 1903 par un moteur unique à quatre cylindres en acier (Panhard et Levassor, type Paris-Madrid), alésage 160, course 170, donnant 80 ch à 900 tours, pesant 300 kg avec le volant (3,75 kg par cheval). Allumage par magnéto avec bougies; carburateur automatique Krebs. Marchant à l'essence.

Le gain de force utile était sensible, mais le temps ayant manqué pour changer l'hélice qui ne convenait plus, la vitesse du bateau n'augmenta pas (dans la coupe de *l'Auto*, octobre 1903).

Pour les courses de Monaco (avril 1904), nous avions fait une nouvelle hélice, d'une forme analogue à celle adoptée par M. Daymard, l'éminent président de l'Association Technique Maritime. Elle était à grande surface, suivant en cela l'idée de M. Normand; nous sommes du reste heureux de déclarer ici, que la constante J de la formule de M. Normand n'est jamais inférieure à 0,7, dans les hélices à grand nombre de tours, nous ayant donné les meilleurs résultats.

Voici du reste les principales caractéristiques de cette hélice :

Trois ailes, pas à gauche.
Puissance effective : 80 ch, soit 94 ch. indiqués.
900 tours par minute.
Vitesse calculée : 19,5 nœuds = 36 km, soit 10 m à la seconde.
Avance par tour : 0,666 m.

Module : $\frac{a}{2\pi} = 0{,}106$ m.

Diamètre = 0,660 m.

Pas au rayon de :	53 mm. . . .	758 mm	Pas moyen : 0,7547 mm
	106 —	735,4 mm	
	159 —	740,5 —	
	212 —	741,1 —	
	265 —	764,3 —	
	318 —	778,8 —	

Recul 11,8 0/0.

Angle d'attaque constant sur toute la longueur de l'aile = 2°52′.

Rapport : $\frac{P}{D} = 1{,}145$.

Rapport : $\frac{D}{A} = 0{,}99$.

Surface développée des trois ailes = 0,1012 m².
Valeur de J = 0,7 *(Pour l'ancienne hélice J était 0,457).*
Valeur de la constante dans la formule de Moll = 0,00000112.
Valeur du coefficient M de la formule de la marine = 2,80.
Vitesse périphérique : 31,20 m, soit 3,12 fois celle du bateau.

La génératrice est inclinée de 10° sur l'arrière pour faciliter la contraction de la veine liquide.

La vitesse obtenue aux essais fut exactement calculée au nombre de tours prévu.

« La Rapée II »

Construit en janvier 1903.

Coque. — Longueur : 8 m;
Largeur : 1,12 m;
Profondeur de carène : 0,235;
Hauteur de bordé au milieu : 0,375;

Déplacement en ordre de marche : 800 dm³;
Maîtresse section : B² = 0,165 m².

Construction analogue au *Lutèce*, à double bordé en cèdre : bordé intérieur transversal de 3 mm, bordé extérieur longitudinal de 4 mm; pont en cèdre de 5 mm. Six membrures en acacia dans la longueur du bateau.

La coque est proportionnellement plus légère que celle du *Lutèce*, puisqu'elle ne pèse que 176 kg, soit 22 0/0 du déplacement.

MACHINERIE. — Moteur Panhard-Levassor à quatre cylindres en acier, marchant à l'essence; alésage 110 mm, course 140 mm.

Puissance effective 28 ch à 900 tours; puissance indiquée 33 ch. Carburateur automatique Krebs, allumage par bobine à trembleurs.

Changement de marche par mouvement différentiel avec embrayage à lame intérieure extensible. Ligne d'arbre articulée, mais dans ce bateau il n'y a pas de palier de butée, la poussée de l'hélice s'effectuant par son moyeu sur un anneau de gaïac. L'usure est presque nulle même après une saison complète de courses.

Le réservoir d'essence de 80 l situé à l'avant du bateau est en charge sur le carburateur.

Gouvernail en arrière du tableau, commandé par une barre franche.

Inclinaison de l'arbre porte-hélice = 9,5 0/0 avec la flottaison en marche.

HÉLICE. — Données principales :
Avance par tour = 555 mm;
Module : $\frac{a}{2\pi} = 0{,}088$;
Trois ailes, pas à gauche;
Diamètre = 528 mm.

Pas au rayon de	44 mm	630 mm	Pas moyen 0,6277 mm
	88 —	610 —	
	132 —	615 —	
	176 —	625 —	
	220 —	635 —	
	264 —	645 —	

Angle d'attaque constant = 2°52′;
Recul 11 2 0/0;

Vitesse calculée (et obtenue aux essais) 16,25 nœuds, soit 30 km à l'heure ou 8,33 m par seconde;

Vitesse périphérique : 24,87 m, soit 2,98 fois celle du bateau.

Rapport : $\frac{P}{D} = 1,185$;

Valeur de $J = 0,94$.

Génératrice perpendiculaire à l'axe et arête d'attaque droite, l'arête de sortie ayant la forme d'une spirale d'Archimède.

« La Rapée III »

Construit en février 1904 spécialement pour les courses de Monaco (avril); même construction et mêmes échantillons de bois que pour *La Rapée II*, mais beaucoup plus défendu et d'une forme très différente à laquelle nous fûmes amené à la suite d'études successives faites avec *Lutèce* et *Rapée II*, c'est-à-dire le *report de plus en plus sur l'arrière de la maîtresse section. La flottaison ressemble à un fer à repasser très allongé, et la partie la plus large est l'extrémité arrière. La section milieu est sensiblement circulaire et les couples s'aplatissent rapidement en venant sur l'arrière qui est complètement plat.*

Avec un bateau ainsi tracé, la maîtresse section diminue sensiblement en marche car les sections arrondies de l'avant, facilitent son soulèvement, tandis que son arrière plat l'empêche de se mâter.

Le bateau plane sur son arrière et l'eau s'échappe tangentiellement sans montrer de contraction, ni de succion, phénomène qui se produisait sur *La Rapée II*.

Coque. — Voici quelles sont les principales caractéristiques de *La Rapée III* :

Dimensions principales.

Longueur entre perpendiculaires L = ...	7,880 m
Longueur hors tout	8 m
Largeur au fort l = ...	1,250 m
Rapport $\frac{L}{l}$ = ...	6,433
Creux du milieu c = ...	0,663
Profondeur de carène p = ...	0,280

Tirants d'eau	A l'arrière sous l'hélice, T AR = .	0,570
	A l'avant au couple 1, T AV = . .	0,162
	Au milieu, T M = ...	0,280
Hélice	Nombre d'hélice, n = ...	1
	Diamètre de l'hélice, d = ...	0,567 m
	Rapport : $\frac{n\pi d^2}{B^2}$ = ...	5,046 m

Déplacement :

Volume de la carène sans appendices, V = ...	1,121 m³
Déplacement = ...	1,150 t
Déplacement des appendices = ...	0,008 t
Déplacement total = ...	1,158 t
Surface immergée du maître couple, B^2 = ...	0,20 m²
Surface de la flottaison en charge, Σ = ...	7,10 m²

Rapports en nombres abstraits	$\alpha = \frac{V}{L \times l \times p}$ = ...	0,4066
	$\beta = \frac{V}{B^2 \times L}$ = ...	0,7114
	$\gamma = \frac{\Sigma}{L \times l}$ = ...	0,7202

Déplacement pour 1 cm d'immersion = ... 0,072 t

Machinerie. — Moteur à pétrole Panhard-Levassor à quatre cylindres en acier, type S²4 L, alésage 125 mm, course 150, d'une puissance effective de 40 ch à 900 tours pesant 200 kg avec son volant (5 kg par cheval). Soupapes d'admission commandées; allumage par magnéto avec bougies; carburateur automatique Krebs.

Changement de marche par mouvement différentiel avec embrayage à lame extensible. Ligne d'arbre articulée; butée sur gaïac. L'inclinaison de l'arbre porte-hélice est de 12 0/0.

Dans ces conditions, la vitesse obtenue fut de 18,4 nœuds, soit 34 km à l'heure ou 9,44 m par seconde.

Hélice. — Elle avait les données suivantes :

Avance par tour = 0,6288 m;

Module : $\frac{A}{2\pi}$ = 0,100 m;

Diamètre : 0,567 m :

Pas au rayon de	47,2 mm	676 mm	Pas moyen 673 mm
	94,5 —	636 —	
	141,8 —	660 —	
	189,1 —	670 —	
	236,4 —	682 —	
	283,7 —	695 —	

Recul : 6,4 0/0.

La valeur du coefficient d'utilisation *m*, dans la formule :

$$V = m \sqrt[3]{\frac{F}{B^2}} \text{ est de } 2{,}98.$$

La génératrice de cette hélice est perpendiculaire à l'axe, mais les ailes sont inclinées et l'arête d'attaque est droite.

La valeur du J, de la formule de M. Normand, est de 0,815.

On voit que le coefficient d'utilisation, qui était de 2,78 dans la *Rapée II*, est passé à 2,98 dans la *Rapée III*. Comme les utilisations des moteurs et des hélices sont les mêmes dans les deux bateaux, *cette augmentation est due uniquement à la modification faite aux formes;* la meilleure preuve, c'est que la *Rapée III* étant proportionnellement moins fine, déplaçant 1 150 kg et marchant à 34 km, fait beaucoup moins de lames que la *Rapée II*, qui ne déplace que 800 kg et marche à 30 km.

Modification. — En juin dernier, ce moteur BS²4L ayant été vendu avec toute la partie mécanique pour être placé dans un cruiser rapide, le *Marie-Madeleine*, et la coque de la *Rapée III* étant toujours en état, ce moteur fut remplacé par le Panhard (Paris-Madrid) 80 ch, du *Lutèce*, décrit un peu plus haut, avec un changement de marche et une ligne d'arbre nouvelle, aussi légère que possible. Pour gagner du poids, l'arbre porte-hélice fut fait en acier comprimé, au lieu de bronze; toujours butée sur gaïac par le moyeu de l'hélice; même réservoir à pression, de 170 l, à l'arrière, à section elliptique.

Nouvelle hélice. — L'hélice, appropriée à cette modification, est construite avec les données suivantes :

Hélice à trois ailes, pas à gauche;

Vitesse calculée, 21,8 nœuds, ou 40,4 km, soit 11,10 m par seconde;

Diamètre, 0,660 m;

Avance par tour, 0,694 m;

Module, $\frac{A}{2\pi} = 0,113$ m;

Diamètre au moyeu, 84 mm;

Pas au rayon de	55 mm	785 mm	Pas moyen : 780 mm;
	110 —	762 —	
	165 —	766 —	
	220 —	778 —	
	275 —	792 —	
	330 —	806 —	

Angle d'attaque constant, 2° 52′;

Rapport $\frac{P}{D} = 1,18$;

Surface du maître couple immergée, 0,21 m²;

Valeur de J — 0,9;

Coefficient d'utilisation $m = 2,93$.

Comme pour la première hélice, la génératrice est perpendiculaire à l'axe, et l'arête d'attaque est droite et inclinée de 10 degrés sur l'arrière.

La vitesse calculée de 40,4 km fut obtenue à 960 tours.

La différence de poids, 150 kg environ, étant répartie sur l'arrière, au repos, la flottaison se trouve au même tirant d'eau à l'avant, mais le bateau enfonce naturellement plus à l'arrière; c'est alors que la maîtresse section, ainsi déportée de quelques centimètres, est d'environ 21 dm². En pleine marche, les formes avant soulevant le bateau, et les formes plates de l'arrière l'empêchant d'enfoncer, son ensemble pivote autour d'un axe très voisin de l'arrière, ce qui recule encore beaucoup la maîtresse section, et la diminue même sensiblement, car le bateau plane en grande partie hors de l'eau, et déplace peu de liquide en comparaison de son poids. En conséquence, l'intumescence produite à l'arrière du bateau n'est-elle due, en grande partie, qu'à la composante oblique de la poussée de l'hélice; son allongement, très peu conique, fait voir qu'elle n'est que superficielle, et, par conséquent, n'absorbe que peu de force.

On ne remarque pas de succion à l'arrière, comme dans la *Rapée II*.

En étudiant le bateau en marche, on voit une petite lame à l'avant; c'est un simple filet allongé et mince, qui se trouve soulevé par l'action de l'attaque des formes coniques sur la sur-

face liquide, la vitesse du bateau, jointe à cette action, fait monter ce filet obliquement, de sorte qu'il rencontre des formes de plus en plus évasées qui en écartent ses molécules en l'aplatissant davantage et finissent par le projeter assez haut, sous forme de moustache; celle-ci retombe en éventail de chaque côté du bateau; vu de l'avant, le bateau fait, en quelque sorte, l'effet d'un oiseau aquatique, écartant ses ailes pour raser la surface de l'eau. C'est pour cette cause que, par tous les temps, la *Rapée III* peut tenir la mer sans embarquer; à chaque vague, il bondit, en l'écartant sur son passage, et la partie supérieure de son pont n'est jamais recouverte par les lames.

En marche normale, par un temps ordinaire, cette moustache qui, à l'œil paraît importante, est toute de superficie, et le volume d'eau projeté, extrêmement faible, n'influe pas sensiblement sur le coefficient d'utilisation. En effet, la *Rapée III*, en atteignant des vitesses qui n'avaient jamais été réalisées par les 8 m, conserve néanmoins un très bon rendement, puisque, en doublant sa puissance, son coefficient, de 2,98 qu'il était, avec 40 ch, est actuellement encore supérieur à 2,9

On peut conclure de ces observations, avec juste raison, que l'on pourrait encore augmenter et la puissance et la vitesse du bateau sans que, pour cela, le coefficient d'utilisation *m* soit abaissé d'une façon très appréciable; à la condition que le propulseur puisse absorber utilement la puissance.

« Princesse Élisabeth » et « Titan II ».

Ces deux bateaux sont identiques en tous points; ils ont, du reste, la même coque que la *Rapée III*. Ils diffèrent de celui-ci par les moteurs, qui sont de la maison Delahaye : puissance développée, 54 ch à 1 410 tours, 4 cylindres en fonte de 135 mm d'alésage et 130 mm de course. Les moteurs sont sensiblement plus lourds qu'avec des cylindres en acier, mais le prix en est naturellement moins élevé.

La vitesse de ces deux bateaux est de 35,500 km, soit 19,2 nœuds, avec un coefficient d'utilisation voisin de 2,9, et un nombre de tours un peu supérieur à 1 410.

Deux hélices furent essayées; voici les données de la première et les résultats obtenus en marchant à 34 km, à près de 1 500 tours :

Trois ailes à gauche;
Diamètre : 0,528 m;
Diamètre au moyeu : 0,072 m;
Avance par tour : 0,402 m;

Pas au rayon de :	44 mm	450 mm	Pas moyen : 0,4639 m;
	88 —	446 —	
	132 —	454 —	
	176 —	464 —	
	220 —	477 —	
	264 —	490 —	

Rapport : $\frac{P}{D} = 0{,}875$;

Rapport : $\frac{D}{A} = 1{,}315$;

Module : $\frac{A}{2\pi} = 0{,}064$ m;

Surface développée d'une aile : 0,0216 m^2;
Valeur de $\mathfrak{J} = 0{,}63$;
Vitesse périphérique : 39 m par seconde, soit 4,14 fois celle du bateau;
Angle d'attaque constant de 3 degrés;
Recul = 13,4 0/0.

Cette différence très grande du recul, avec celui de la *Rapée III* peut être attribuée non seulement à la différence des viteses circonférentielles, mais à l'insuffisance de la constante $\mathfrak{J}$ et à une trop forte épaisseur des ailes. Il en fut tenu compte pour la seconde hélice, et les résultats furent concluants; nous obtînmes 1,5 km d'augmentation.

Voici les données de cette deuxième hélice et les résultats obtenus à 1 415 tours :

Vitesse : 35,500 km, soit 9,85 m par seconde;
Diamètre : 528 mm; diamètre au moyeu : 72 mm;
Avance par tour : 0,418 m;
Trois ailes à gauche :

Pas au rayon de	44 mm	457,4 mm	Pas moyen de 0,4768 m
	88 —	454,9 —	
	132 —	466,2 —	
	176 —	478,8 —	
	220 —	493,9 —	
	264 —	509,6 —	

Rapport : $\frac{P}{D} = 0,906$;

Rapport : $\frac{D}{A} = 1,262$;

Module : $\frac{A}{2\pi} = 0,0677$;

Vitesse périphérique : 38,50 m, soit 3,9 fois celle du bateau;
Angle d'attaque constant de 2° 52′ ;
Recul 12,3 0/0.

La génératrice est perpendiculaire à l'axe, la directrice est inclinée sur l'arrière, l'arête d'attaque est déterminée par un plan passant par l'axe longitudinal et l'arête de sortie se trouve contenue dans un plan perpendiculaire à cet axe, sa projection sur le plan transversal ayant la forme d'une spirale d'Archimède.

Comme on le voit, le recul et le rapport de la vitesse périphérique à celle du bateau, sont inférieurs à ceux que j'avais avec la première hélice; de plus la vague à l'arrière des bateaux n'augmenta pas, bien que la vitesse fût dépassée de 1,5 km.

« Hotchkiss ».

Construit en 1904, avec des échantillons analogues à la *Rapée II*, et à la *Rapée III :* double bordé en cèdre; bordé intérieur de 4 mm en diagonal de 22 degrés sur l'arrière, bordé extérieur longitudinal de 5,5 mm avec toile vernie intercalée, épaisseur totale moyenne de 10 mm. Pont en cèdre de 10 mm; sur le pont avant, deux manches à vent pour la ventilation de la machinerie. Un réservoir unique, de 350 l sous le pont avant. Carlingues de 5 cm très longues et très hautes, évidées de distance en distance et construites en deux parties, dessous en pitchpin, dessus en sapin. Gouvernail avec compensation, en arrière du tableau, commandé par un volant de direction.

Coque. — Voici quelles sont les données principales de la coque :

Longueur entre perpendiculaires, L.	11,800 m
Longueur hors-tout	12,000
Largeur au fort $l =$	1,500
Rapport : $\frac{L}{l} =$.	8,000

Creux du milieu, c = ...		0,790
Profondeur de la carène, p =.		0,310
Tirants d'eau	à l'arrière, sous l'hélice, T AR =	0,730
	à l'avant, au couple 1, T AV =	0,200
	au milieu, T M = ...	0,310
Surface immergée du maître couple, B^2 = . . .		0,23 m²
Déplacement en ordre de marche		1 560 dm³

Machinerie. — Le bateau est actionné par un moteur Hotchkiss donnant 105 ch pour 900 tours. Quatre cylindres en fonte, de 178 mm d'alésage et 150 mm de course. Le vilebrequin est entièrement monté sur billes. Le fonctionnement, jusqu'à présent, en a été satisfaisant. Un dispositif ingénieux dans l'arbre à cames permet de les décaler et d'obtenir ainsi une décompression pour la mise en route. L'allumage se faisait tout d'abord par magnéto avec étincelle de rupture produite par une palette intérieure aux cylindres; on a obtenu de meilleurs résultats en gardant l'allumage par magnéto, mais en substituant des bougies aux palettes. Ce moteur est allégé le plus possible, son vilebrequin et l'arbre à cames sont creux. Ligne d'arbre articulée. Même système de changement de marche que pour *Titan II* et *Princesse Élisabeth*; mais la butée sur gaïac est remplacée par une butée à billes fixée sur la carlingue.

Hélice. — La vitesse atteinte est de 40 km avec l'hélice ayant les caractéristiques suivantes :

Diamètre : 0,704 m;
Trois ailes à gauche;
Avance par tour : 0,740 m;

Pas au rayon de	59 mm	844 mm	Pas moyen de 840 mm
	118 —	819 —	
	177 —	824 —	
	236 —	836 —	
	295 —	851 —	
	354 —	867 —	

Rapport : $\frac{P}{D} = 1,192$;

Rapport : $\frac{D}{A} = 0,953$;

Module : $\frac{A}{2\pi} = 0,175$;

Vitesse périphérique : 39,6 m, soit 3,57 fois celle du bateau ;
Angle d'attaque constant de 2°52′ ;
Recul : 11,9 0/0 ;
Valeur du coefficient d'utilisation : $m = 2,82$.

Le bateau fait encore moins de lames que la *Rapée III ;* cela se comprend facilement : comme ce dernier, ses formes arrières sont très plates et il est proportionnellement beaucoup plus fin. En effet, dans la *Rapée II* le rapport $\frac{L}{l}$ était de 7,05, dans la *Rapée II* il est de 6,433 et dans *Hotchkiss* il est devenu 8.

La coque du *Hotchkiss*, telle qu'elle est, est susceptible d'atteindre une vitesse de 50 km sans variation dans le coefficient d'utilisation, en supposant, bien entendu, que le déplacement n'augmente pas d'une façon sensible.

« Pertuisane. »

Coque. — Les bateaux que nous venons de voir sont tous des racers ; *Pertuisane* est un cruiser rapide, c'est-à-dire un bateau qui, tout en ayant le confortable nécessaire pour le cruising et restant conforme aux règlements de courses des cruisers, n'en conserve pas moins, dans ses lignes, des formes qui, dérivées de celles des racers, lui permettent d'atteindre de belles vitesses avec une force modérée.

Sa coque est, comme les précédentes, à double bordé en cèdre, d'une épaisseur totale de 10 mm, avec un pont de 8 mm ; carlingage en chêne ; réservoir unique à section circulaire, de 100 l, placé à l'arrière. Gouvernail avec barre franche et commande par volant.

Voici quelles sont les principales données de la coque :

Longueur entre perpendiculaires L = ...	7,800 m
Longueur hors tout	8,000
Largeur au fort.	1,300
Rapport $\frac{L}{l}$ =.	6,15
Creux du milieu c = ...	0,700
Profondeur de la carène p = ...	0,215

Tirants d'eau	à l'arrière, sous l'hélice, T AR = .	0,540
	à l'avant, au couple 1, T AV = .	0,135
	au milieu, T M = ...	0,215
Surface immergée du maître couple B^2 = ...		0,17
Déplacement en ordre de marche = ...		800 dm^3

Machinerie et hélice. — Moteur Panhard-Levassor, type $B.S^2 4I$, donnant 28 ch à 980 tours; quatre cylindres en acier de 110 d'alésage sur 140 de course, carburateur automatique Krebs; allumage par magnéto et bougies. Ligne d'arbre articulée avec butée à billes. Le changement de marche habituel est remplacé par une hélice réversible très ingénieuse, due à M. le commandant Krebs. La manœuvre du bateau se fait au moyen de deux leviers. Le premier de ces leviers, articulé sur le châssis moteur, permet d'isoler à volonté le moteur de toute la ligne d'arbre au moyen d'un embrayage intérieur à son volant. Le deuxième, situé près du pilote, commande par une tige intérieure à l'arbre en bronze, le mécanisme de l'hélice, et permet de réaliser ainsi la marche avant, le stopp et la marche arrière, sans aucun à-coup et instantanément.

Voici, en quelques mots, le fonctionnement de cette hélice, qui ne se fait qu'à deux ailes : ces ailes sont désaxées l'une de l'autre et perpendiculaires à l'axe du moyeu : elles le traversent de part en part par leur extrémité en forme de tourillon. Ces tourillons tournent chacun sur deux rangées de rouleaux en bronze phosphoreux, disposés dans des cuvettes. Un écrou encastré dans la surface externe du moyeu et épousant sa forme, retient l'aile par l'extrémité de son tourillon.

Une fraction de pignon denté est clavetée sur chacun des axes des ailes, au centre du moyeu. Les dentures des deux pignons sont opposées et engrènent sur deux crémaillères. Celles-ci sont taillées à l'intérieur d'une même couronne disposée longitudinalement et commandée par la tige qu'actionne le deuxième levier.

Le fonctionnement de cette hélice est parfait et la commande en est très douce, puisque le frottement se fait sur des rouleaux ; l'usure étant nulle, les ailes ne prennent pas de jeu. Un autre avantage, c'est que l'aile est disposée de telle sorte que, soit en marche avant, soit en marche arrière, la poussée qu'elle reçoit tend à la bloquer à fond dans la position qu'elle occupe ; ceci évite les retours du levier de commande qui seraient dangereux.

Voici les principales caractéristiques de cette hélice, en marche avant, à 31 km et 980 tours :

Diamètre	550 mm
Diamètre du moyeu	110
Avance par tour	525
Pas moyen.	680
Recul	22,8 0/0
Surface développée	0,0522 m²
Valeur du coefficient d'utilisation générale .	3
$\mathfrak{J}$ = ...	0,714
$\frac{P}{D}$ = ...	1,235
$\frac{D}{A}$ = ...	1,068

Résumé.

Ce rapide exposé montre, en premier lieu, les progrès réalisés dans la construction des moteurs à explosion et leur adaptation à la navigation ; il fait voir également cette chose curieuse (due, évidemment, à la légèreté du moteur à pétrole), qu'il est possible de faire atteindre, à de petits bateaux, des vitesses qui auraient été trouvées impossibles à réaliser, il y a seulement deux ans. En effet, la vitesse de la *Rapée III* correspond à la vitesse de similitude énorme de *205* km à l'heure pour un bateau de la taille du *Deutschland*.

Seulement, ce petit bateau a une puissance de 80 ch par tonne de déplacement, tandis que la célèbre *Turbinia*, de M. Parsons, cependant mue par le moteur à vapeur le plus léger, n'a que 21,2 ch par tonne et le poids (mécanisme complet) du 8 m, qui est de *6,250* kg par cheval, est de *23,6* kg dans *Turbinia*.

Il faut bien remarquer que ces progrès sont dus surtout aux courses, et que la navigation automobile profite journellement de l'expérience acquise sur route, également par les courses de voitures. Les moteurs employés sont, du reste, identiquement les mêmes. La grande objection faite aux moteurs à explosion actuels, est leur nombre de tours élevé variant, suivant les moteurs, de 800 à 1500 tours par minute. On entend dire souvent que ces moteurs n'ont aucune durée, nécessitent des réparations continuelles, etc., etc. ; il n'en est rien, et nous pouvons en parler par une expérience personnelle de huit ans.

En effet, pour les pistons, par exemple, leur vitesse linéaire est inférieure à celle des pistons des machines alternatives des torpilleurs et des locomotives, et pour des masses en mouvement beaucoup plus légères.

Il reste donc l'usure des tourillons, mais elle est également insignifiante, les progrès réalisés dans l'équilibrage des moteurs (et, par conséquent, on peut dire dans la fatigue des pièces) ainsi que les perfectionnements dans le graissage, permettant de marcher à toute allure, pendant des heures entières, sans aucun mécompte. Aux courses de Monaco, le moteur de *Rapée III* a fonctionné pendant six heures consécutives à 950 tours; cela fait donc un total de 342 000 tours et, comme le moteur est à quatre cylindres et à quatre temps, un nombre d'explosions de 684 000, et les seize tours du parcours ont été effectués avec des différences de 3 secondes au maximum.

On peut donc dire que, dès maintenant, ces moteurs sont d'un emploi sûr pour la navigation, aussi bien en mer qu'en rivière; mais, pour diminuer les dangers d'incendie avec de grandes quantités d'essence à bord, et abaisser en même temps le prix de revient du cheval-heure, il faut que les constructeurs de ces moteurs en étudient la marche au pétrole ordinaire du commerce. Quelques bateaux ont déjà fonctionné cette année, avec du pétrole lampant (au moyen du carburateur Claudel, dont l'emploi tend à se généraliser).

D'un autre côté, le nombre de tours élevé de ces moteurs a nécessité une étude minutieuse des hélices, et on a pu voir que cette grande vitesse était loin d'être un obstacle à leur bon fonctionnement et à leur rendement.

Les théories émises sur les propulseurs hélicoïdaux par M. A. Normand, l'éminent constructeur qui s'est consacré on peut dire presque entièrement à l'étude des bateaux extra rapides à vapeur, ont très bien trouvé leur application dans la réalisation de ces petites hélices à grand nombre de tours.

Les essais d'hélices, si coûteux avec les grands bâtiments, sont inépuisables et à peu de frais avec les canots automobiles, et ils pourront être d'un enseignement précieux pour l'avenir.

L'apparition de l'hélice réversible du commandant Krebs, a peut être ouvert des horizons nouveaux sur l'étude de la marche arrière simple et légère pour les bateaux à turbines, dont c'est actuellement le plus grand désavantage.

Pour la construction des coques, il est curieux de constater

que les procédés employés actuellement dérivent de la construction des bateaux de courses à voiles, à aileron métallique, appelés bulb-keel et en faveur il y a quelques années; les coques de ces bateaux avaient du reste à résister à des efforts au moins aussi considérables que ceux des bateaux automobiles.

Les formes des bateaux actuels sont tout à fait différentes de celles des meilleurs bateaux extra rapides à vapeur, et sont absolument contraires aux fameuses théories émises sur les lignes de vagues par Colin Archer et Scott-Russel, avec des avants en forme de sinusoïdes et des arrières en trochoïdes. Ces canots ne coupent plus l'eau, et n'ont pour ainsi dire plus à la déplacer; ils planent, deviennent en quelque sorte des hydroplanes, et c'est peut-être, soit dit en passant, l'évolution vers le moyen pratique de lancer un aéroplane. Nous marchons ainsi à grands pas vers la conquête de la vitesse.

DE LA RECHERCHE ET DU DRAGAGE

DES

TORPILLES VIGILANTES

PAR

M. M. DIBOS

Depuis l'ouverture des hostilités entre la Russie et le Japon, les abords du Cap Liao-ti-Chan et de Port-Arthur ont été le théâtre de violents combats navals et de désastres maritimes volontaires et involontaires.

Sans remonter aux catastrophes de l'*Iénissei*, navire poseur de torpilles, du *Pallada*, du *Petropawlosk*, du *Revitsan*, du *Cesarevitch*, du *Varyay*, etc., cuirassés d'escadre, et de plusieurs autres grosses unités de combat, torpillés par accident ou par l'ennemi, on se souvient aussi que de nombreux cargos de la série des « Maru » ont été intentionnellement coulés par les Japonais à l'effet de tenter de déterminer l'embouteillage de l'escadre russe, au goulet et dans la rade intérieure de Port-Arthur.

L'amiral japonais Togo a même fait un rapport célèbre précisant les points où chaque bâtiment de commerce, armé en guerre et lesté de lourdes matières, aurait pu être amené ou a été mis en fond, afin de constituer un barrage sous-marin destiné à immobiliser la division cuirassée russe.

On sait que, ces temps derniers encore, multiples ont été les naufrages de navires de guerre dans les eaux de la baie de Corée.

Les statistiques officielles d'évaluation des carènes de toutes sortes gisant sur le fond des atterrages de Port-Arthur et des environs immédiats, s'élève à plus de 250 millions de francs.

Certes ces carènes ont été fortement endommagées pour la plupart, tant par les effets destructeurs des torpilles portées et fixes que par les projectiles de l'artillerie. Néanmoins, d'après des renseignements puisés à bonne source, et étant donnée notre expérience spéciale des situations et considérations de navires sombrés, il est certain qu'on pourra, une fois la paix revenue, procéder à des travaux très rémunérateurs de retirement de

toutes sortes et de toute nature sur ces épaves, dont quelques-unes sont même parfaitement susceptibles d'être renflouées.

Qu'on se souvienne des opérations fructueuses accomplies par les Américains avec la remise à flot de plusieurs des bâtiments de l'amiral Cervera à Cuba.

Rien que l'extraction des matériaux divers, bronze, acier, constituant tout ou partie des carènes coulées, les pièces de machines, de l'artillerie, les ancres, chaînes, etc., offrent des éléments riches à sauveter et représentent, même revendues ou rachetées au poids, de très importants bénéfices à réaliser.

Le dégagement des passes navigables s'imposera, une fois les hostilités terminées. Dans l'intérêt du vainqueur ou du vaincu, comme aussi dans celui des nations neutres, il importera de purger les eaux de la baie de Corée des épaves formant écueils et qui la jonchent en ce moment.

Les profondeurs par lesquelles gisent la plus grande partie des épaves intéressantes ne dépassent guère une moyenne de 15 à 20 m maxima aux basses mers. Pendant la saison d'hiver, les travaux seraient assez ardus, étant donnés le gel et l'état troublé de cette partie de la mer Jaune. Mais, pendant la saison d'été, les travaux peuvent être menés avec célérité et succès.

On arrivera à ce résultat rémunérateur en employant un personnel de choix et de bons scaphandriers, un navire-atelier approprié et garni d'apparaux et engins de levage idoines à cette sorte d'entreprise qui devra être dirigée par des hommes techniques habiles, offrant des qualités et des garanties d'ingéniosité, de fermeté et de réelle expérience acquises, tant par leur éducation technique que par l'accoutumance et la longue pratique de ces travaux spéciaux de renflouage.

Les autorisations près les gouvernements intéressés ne feront point défaut, et on pourra même traiter par le mode de contrat d'usage en ces sortes d'opérations spéciales maritimes, sans compter les adjudications d'épaves obtenues aisément et de gré à gré. Toutefois, il y aura une importante difficulté à aplanir avant de procéder aux travaux de relèvement proprement dits. Ce sera la recherche et le dragage des torpilles vigilantes ou dormantes, mais plus particulièrement les premières, dont il sera absolument nécessaire de purger les eaux, d'abord dans les rayons de travaux concédés, ensuite, et pour le compte du gouvernement russe, de débarrasser les atterrages généraux de Port-Arthur, de l'entrée du golfe du Petchili et de la baie de Corée.

Il est essentiel, une fois le conflit sanglant actuel apaisé, que les routes marines retrouvent pour toutes les flottes du monde, la sécurité ordinaire qui existait dans ces parages, avant la guerre.

On se souvient que les Russes, en mouillant leurs torpilles vigilantes, ont eu la mauvaise chance de faire sauter leur navire poseur de torpilles.

Avec l'état-major de l'*Iénissei* disparu auraient été également perdus les plans généraux et les coordonnées notées des lignes et emplacements des torpilles vigilantes déjà mouillées.

D'autre part, un certain nombre de torpilles vigilantes ont été mouillées aussi au petit bonheur et suivant les phases du com bat, par les Japonais. Il y a donc, dans les eaux du Nord de la mer Jaune, des torpilles vigilantes qui, drossées par les courants ou déplacées par les explosions de certaines d'entre elles, errent à l'aventure, ou bien se sont logées dans des endroits où l'on doit le moins s'attendre à les heurter.

Il serait à désirer que, au point de vue du droit des gens, les belligérants n'utilisassent que des torpilles automatiques qui perdissent leurs propriétés explosives au bout d'un certain temps. Mais il n'en va pas ainsi, et les torpilles vigilantes automatiques employées dans la guerre russo-nippone paraissent conserver très longtemps, *tant qu'elles demeurent étanches*, leurs propriétés dangereuses. Comme ces machines infernales ou mines sous-marines ne distinguent point entre amis et ennemis, piètre sera le sort des navires neutres susceptibles de les rencontrer sans penser à mal.

La préférence des Russes et des Japonais pour le choix des torpilles vigilantes semble avoir été donnée aux engins électro-automatiques et aux engins à fusée sensible chimique, ces dernières renouvelées de la guerre de Sécession américaine, mais perfectionnées.

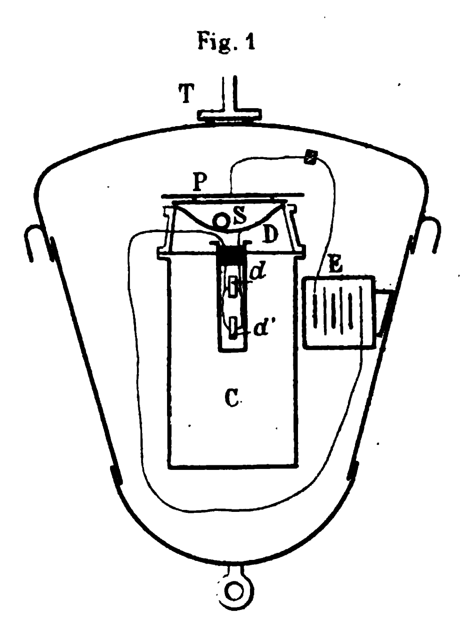
On nomme torpilles vigilantes des appareils pouvant flotter et chargés d'explosifs brisants de puissance considérable : fulmicoton, roburite, mélinite, pyroxyline, etc. (charges de 3 kg à 800 kg et plus). On maintient ces flotteurs entre deux eaux, à la profondeur jugée utile, en capelant sur leurs pattes d'amarrage une ligne d'orin, ou une chaîne, réunie à un crapaud ou corps-mort, destiné à les maintenir à la place qui a été déterminée par la défense.

Il convient de calculer les effets de marée, afin que le bras

siage demeure moyen et que la torpille (tout en pouvant rester à un degré de submersion tel qu'un bâtiment passant à son aplomb puisse la heurter de sa carène), ne perde pas les avantages d'un bon bourrage du fait des couches d'eau qui la dominent et la dissimulent. Pour certains modèles, l'explosion s'effectue automatiquement par la fermeture d'un circuit électrique sous le choc ou la poussée des œuvres vives d'un navire voulant traverser au-dessus de la ligne de mines sous-marines.

Ce ferme circuit est composé d'une sorte de coupelle métallique D recouverte d'une plaque conductrice P dont elle est séparée par des matières isolantes; la coupelle est reliée aux amorces

Fig. 1



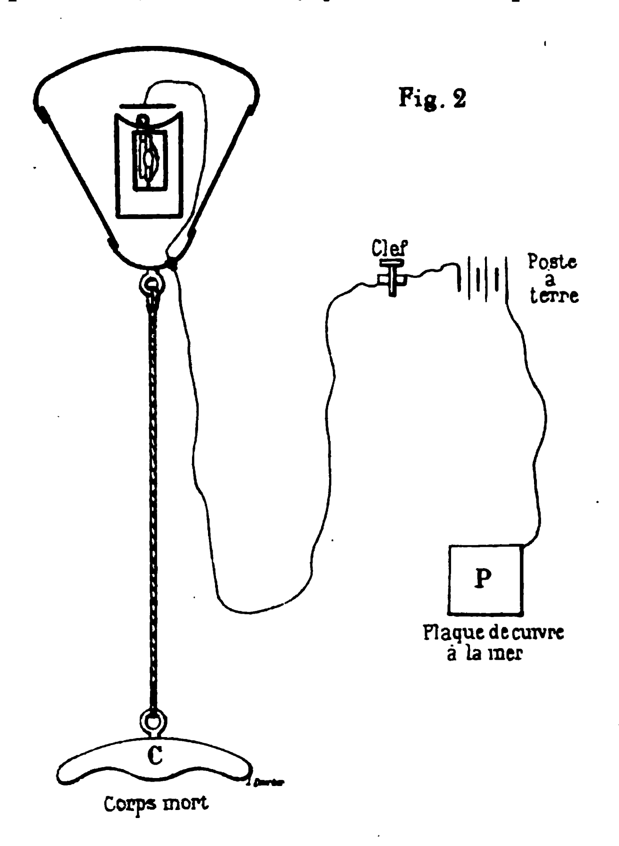
de la charge. Ces amorces sont reliées à la plaque qui est reliée elle-même à des pôles d'une pile logée à l'intérieur de la carcasse de l'engin ; l'autre pôle est relié à la cuvette *(fig. 1)*.

Dans la cuvette gît une sphère libre métallique S. Lorsque la torpille s'incline, cette sphère roule dans la cuvette et en gagne le bord. Lorsque cette sphère touche et la cuvette et la plaque, le courant est lancé dans les amorces et l'engin détone.

Toutefois, comme pour les manutentions et l'arrimage des torpilles avant leur mise en place définitive, il convient d'assurer la sécurité des torpédistes et de leurs aides, ainsi que celle du navire-magasin ; on a établi une sorte de coupe-circuit entre un

des pôles de la pile et le plateau, en intercalant une clef recouverte N d'une matière chimique isolante. Avant la projection à l'eau, on déclenche un dispositif spécial qui brise un petit récipient d'un caustique. Ce caustique attaque la matière isolante qui recouvre la clef et, au bout d'une heure environ, la torpille est armée. L'inclinaison de la coupelle peut alors déterminer la fermeture du circuit par l'intermédiaire de la bille, et la torpille explose.

On peut encore, à terre, installer une batterie de piles et, à l'un des pôles de cette batterie, y relier la torpille au moyen



d'un câble isolé débouchant près la patte d'attache. L'autre pôle est à la mer. Pour rendre la torpille dangereuse, on pose une clef à un tableau d'intersection à terre et, lors de l'inclinaison de la torpille, la sphère détermine l'explosion (*fig.* 2).

En retirant la clef, il va de soi que la torpille est désarmée.

Les Japonais mouillent leurs torpilles vigilantes de manière

qu'elles soient à 2 ou 3 m au-dessous de la surface. Ces engins sont du système Mac-Evoy et électro-automatiques. Une pile est renfermée dans l'enveloppe même du flotteur. Le circuit électrique aboutit à deux petites baguettes en métal plongeant dans une coupelle vide suspendue au-dessus d'un bain de mercure, le tout logé dans une chambre close. Lorsque la torpille

Fig. 3

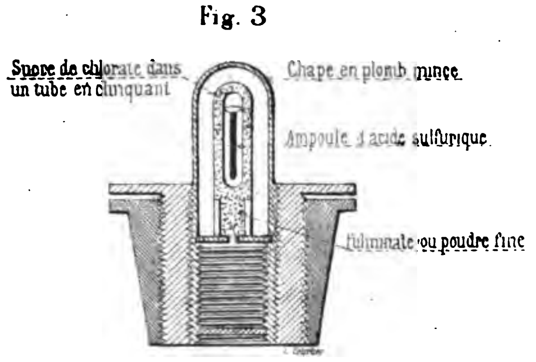
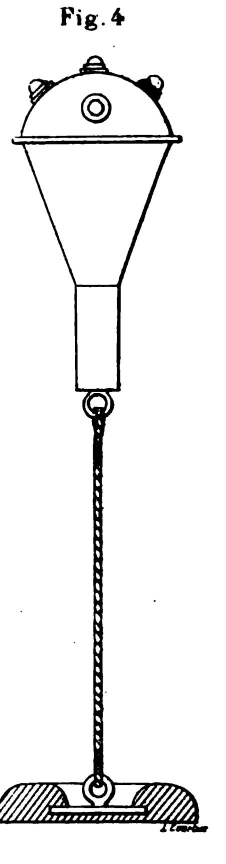


Fig. 4



s'incline, le mercure envahit la coupelle, ferme le circuit en baignant les deux petites baguettes, et la torpille saute.

Les torpilles nipponnes ont généralement 45 kg de fulmi-coton, ou de la poudre spéciale japonaise.

Pour ce qui est des torpilles à fusée sensible chimique, on garnit la calotte supérieure du flotteur de plusieurs petits tubes imaginés autrefois par l'Ingénieur russe Jacobi. Ces tubes, qui sont recouverts d'une mince lame de plomb, contiennent de l'acide sulfurique. Un mélange de chlorate de potasse et de sucre blanc entoure le tube qu'il maintient normal à l'enveloppe de la torpille ; une amorce de poudre fine est placée sous le mélange chimique et communique ainsi avec la charge ou la capsule de fulminate (*fig. 3 et 4*).

Au contact d'un corps dur, telle la carène d'un navire, la capsule de plomb s'aplatit, le verre se brise, l'acide tombe sur le mélange de *sucre de chlorate*, et détermine l'explosion.

On peut remplacer le sucre de chlorate par du potassium, et on y fait réagir de même l'acide sulfurique.

La torpille *Makinorowski*, employée par les Russes, est ingénieusement construite.

Elle est à immersion réglable automatiquement, lui permettant de suivre les dénivellations éprouvées par la mer du fait du phénomène de la marée. Ces torpilles sont chargées à 42 kg de fulmicoton, logés dans un flotteur métallique tronconique A; un treuil T, dont le déroulement est commandé par une petite

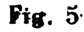
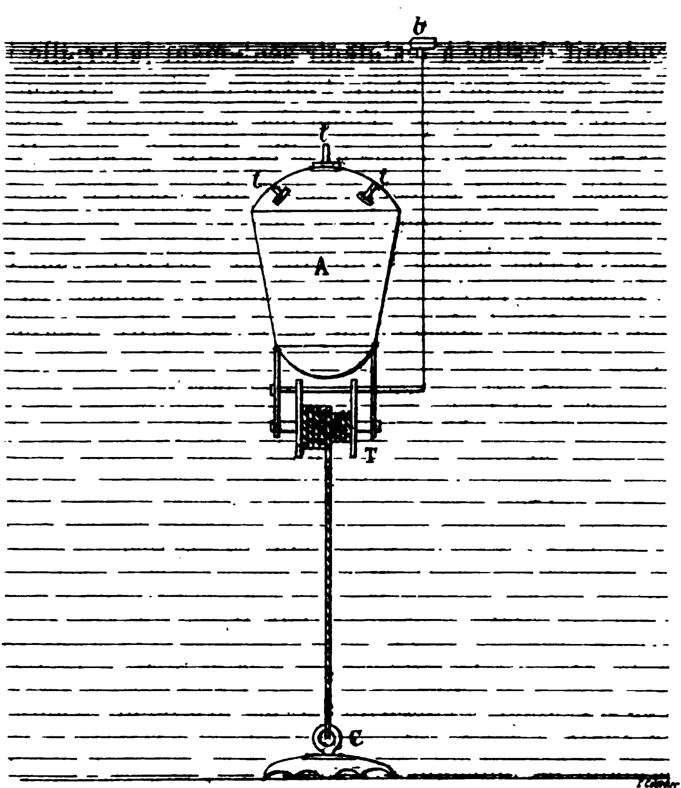


Fig. 5



bouée *b*, est établi à la partie inférieure de l'engin dont l'immersion se trouve généralement réglée à 3 m.

La mise du feu est produite par la rentrée de tiges à ressort *t*, *t'*, *t'*, qui sont repoussées par le heurt de carène. Chaque tige, en rentrant, crève une ampoule de verre contenant du *bichromate de potasse* qui, mis en liberté, baigne aussitôt des éléments zinc-charbon, reliés eux-mêmes aux fils de l'amorce, et la torpille explose *(fig. 5)*.

Un dispositif mécanique rend la torpille Malinorowski inoffensive pendant la pose et la demi-heure qui suit le mouillage de l'engin.

Deux bâtiments, *l'Amour* et *l'Ienissei*, jaugeant 2 500 tx, et dépourvus d'artillerie, étaient spécialement aménagés pour la pose de ces torpilles vigilantes. *L'Ienissei* fut détruit dans une opération de ce genre et par une de ses propres torpilles armée trop tôt.

Enfin, il existe aussi des torpilles vigilantes dérivantes, c'est-à-dire dont le corps mort a été calculé pour ne plus former qu'un lest pendentif destiné à maintenir seulement la torpille immergée à une certaine profondeur, tout en la laissant cependant dériver entre deux eaux, par l'effet des courants. Ces variétés de torpilles sont utilisées comme torpilles de *sillage* et de *blocus*.

Ainsi abandonnées, on comprend combien ces engins spéciaux deviennent dangereux pour les Neutres.

D'après les expériences auxquelles on s'est livré dans les marines militaires, on a été conduit à établir les données suivantes, conséquences des résulats obtenus sur des navires sacrifiés pour essais :

Distance à l'axe de la torpille.	Résultats.
—	—
30 m	Effets médiocres.
18	—
14,60	Avaries graves.
9	—
7,50	Détruit.

On a donné aussi la préférence au fulmicoton; toutefois, on dit qu'un Ingénieur japonais du service des poudres aurait combiné un explosif qui serait remarquable.

On a établi les moyennes ci-après :

Immersions.	Charge de fulmicoton.
—	—
8 à 11 m	250 kg
15	300
18	400
20	500
22	600
24	700

pour déterminer des avaries graves dans un rayon de 8 m; soit 16 m de diamètre, mettons 20 m en chiffres ronds.

L'emploi des explosifs à grande vitesse de combustion est préconisé en raison de la puissance maxima de pression à obtenir, et au choc initial plus énergique à déterminer.

Il faut voir les effets terrifiants produits par la déflagration : le navire est soulevé par la formation du dôme, puis la gerbe qui fuse arrache les chevilles, brise les rivets, fait craquer toutes les étoupes, disloque les assemblages, les tuyautages, désordonne les appareils électriques, recourbe les feuilles de doublage, arrache et ébranle les plaques de blindage, met hors d'usage les machines, enfin défonçant la carène, fait sombrer ou chavirer le navire torpillé, pendant que des torrents d'eau l'accablent en même temps que des gaz portés à une température de 4000 degrés foudroient tous les êtres animés qu'ils touchent.

Les dômes formés par l'explosion d'une torpille à fulmicoton sont les suivants :

Kg	Profondeur d'immersion.	Hauteur de gerbe.	Largeur de dôme.
50	6	30	24
125	8	108	37
416	12	100	45
700	20	90	50
750	22	95	60

Pour qu'une torpille vigilante exerce bien son action, les torpédistes souhaitent que le navire torpillé n'ait pas une allure trop rapide de marche.

Voici comment les Russes posaient ces torpilles : Leur bateau, *l'Ienissei*, avait un sabord ménagé immédiatement en dessous du tableau d'arcasse. Le bâtiment faisait route en avant en gouvernant d'après des lignes de relèvement optique déterminées par avance et notées sur une carte marine.

Les torpilles étaient rangées dans la soute-magasin, leurs corps morts déjà amarrés au flotteur explosif. Le chapeau de la torpille était garni d'un tenon métallique T *(fig. 1)* pouvant épouser le gabarit d'un patin de rail, et glisser sur le patin de ce rail. Ledit rail était fixé après le mantelet de sabord. On passait à un bout relevé du rail le tenon métallique en soulageant la torpille au palan et, au moment fixé par l'officier, on la conduisait

suspendue ainsi jusqu'au bout extérieur dudit rail débordant au dehors. Elle s'échappait et tombait à la mer.

Préalablement au transport de l'engin sur le rail d'immersion, on avait déclanché le rupteur de l'alvéole contenant le caustique enduisant la clef de sûreté. Au bout d'une demi-heure, la torpille était dangereuse.

Il importait de connaître les effets des torpilles vigilantes afin de s'en préserver le mieux possible dans leur recherche et leur dragage.

Pour les recherches, on peut préconiser les divers procédés suivants :

1° L'examen des fonds sous-marins au moyen d'observatoires aériens : aérostat captif, mâture élevée, etc.

On connaît la transparence de l'eau de mer surtout quand le soleil est au zénith. Du haut des vergues de perroquet d'un voilier nous pouvions nettement distinguer les méandres d'un chenal étroit et indiquer à gouverner.

Cette facilité de perception est utilisée par les capitaines naviguant dans les chenaux bordés de récifs coraligènes.

A bord de *la Couronne*, vaisseau-école de canonnage, en rade des Salins d'Hyères, nous percevions nettement le fond à 25 m et les dénivellations du terrain : une assiette jetée se détachait facilement sur le fond. Les maillons des chaînes d'amarrage pouvaient être comptés. La coloration des algues apparaissait distinctement. Les corps morts des coffres étaient visibles.

A Cherbourg, les observateurs des grands transatlantiques qui font escale à ce port perçoivent, à certains moments, les carcasses des torpilles dormantes de la défense fixe.

En nacelle de ballon militaire, nous avons constaté ce phénomène connu : « Vision des poissons dans les eaux dominées, et on peut parfaitement déterminer des fonds, ainsi que les objets qui y stagnent. » Tous les aéronautes ont été à même de vérifier les mêmes particularités.

On peut donc avoir recours à l'observation aérienne pour rechercher les torpilles;

2° L'examen des fonds sous-marins à l'aide de notre water glass, tube optique que, de la surface, on immerge à une certaine profondeur. Comme ce tube est très léger, on peut se tenir à bord d'un canot d'un très faible tirant d'eau, donc être à l'abri du contact d'un fourneau vigilant obligatoirement plus immergé à cause du bourrage hydraulique et de la calaison des gros navires;

3° L'examen des fonds sous-marins par le scaphandrier, méthode évidemment audacieuse, mais la plus exacte;

4° L'examen des endroits suspects, par le contact, au moyen d'un appareil de notre invention basé sur la déviation de l'aiguille aimantée, lors de son approche d'une masse métallique. Un faisceau de barreaux aimantés est logé dans une caisse étanche suspendue à la cardan et qu'on immerge au degré voulu.

Ce faisceau, lorsqu'il dévie à droite ou à gauche peut, par un dispositif spécial, fermer, à un moment, un circuit dans lequel passe un très léger courant actionnant, à la surface, un indicateur *ad hoc*. extra-sensible, formant galvanomètre;

5° On utiliserait aussi notre machine de plonge avec bras articulés et fanal électrique déjà décrit dans une conférence antérieure. Voilà pour les recherches.

Passons au dragage. Le dragage peut s'effectuer de différentes manières :

On a fait autrefois à Portsmouth, à bord de la canonnière le *Bloodhound*, l'essai d'un appareil imaginé par le capitaine de vaisseau Arthur, qui commandait dans ces derniers temps le *Vernon*, école des torpilles. Cet appareil est destiné à débarrasser les entrées des ports des défenses sous-marines qui en défendent les approches, et à remplacer l'ancien système de contre-mines, de dragage des fils et des torpilles qui était très lent.

L'appareil consiste en une paire d'espars de 9 m de long que l'on pousse en dehors à peu près à la hauteur des bossoirs. Une traverse horizontale de 12 m de long est fixée aux extrémités de ces espars. Sur cette traverse est installé un dispositif en zigzag, composé d'une série de pièces en fer affectant la forme d'un W. L'idée qui a présidé à la construction de l'appareil est la suivante : poussé dans l'eau, chaque espace vide des V de la série saisira le gréement des torpilles, le conduira au fond en un point où il rencontrera une sorte de ciseaux dont les lames sont actionnées par des leviers que l'on manœuvre au cabestan.

L'appareil de dragage a une portée de 15 m et le mécanisme peut couper les câbles électriques les plus forts. Un filet placé sous les cornes du beaupré reçoit les torpilles draguées. L'expérience a parfaitement réussi.

Ces espars ne sont pas assez longs, à notre avis, car nous avons vu que le rayon dangereux des torpilles vigilantes n'est pas inférieur à 7,50 m. Il y aurait avantage à augmenter au moins de 5 m lesdits espars et, au lieu de les faire porter par un navire,

de les placer à l'avant d'un radeau remorqué par deux embarcations placées latéralement.

Un autre appareil est dû au colonel Sholl, de l'armée américaine, qui en a fait usage pendant la guerre de Sécession; il a été récemment expérimenté avec succès dans la Mersey avec des torpilles dormantes. Il se compose de deux mortiers de 5 1/2 pouces (14 cm), lançant simultanément, avec une charge de poudre de 4,540 kg, deux projectiles et qui entraînent avec eux deux cordes auxquelles se relie une troisième corde transversale portant des grappins. La longueur de cette dernière est de 50 yards (46 m) et celle des deux autres de 150 yards (138 m). Le feu est mis aux pièces au moyen de l'électricité et le tir est dirigé de façon que les trois cordes forment un triangle et que celle qui porte les grappins puisse ainsi opérer le dragage d'une vaste étendue de rivière, sans que les opérateurs aient à courir aucun danger.

Il est facile de perfectionner ce moyen en utilisant des canons porte-amarres, comme ceux employés par la Société centrale française de sauvetage des naufragés pour ses postes de sauvetage.

Le colonel anglais Stroll a proposé le moyen suivant pour chercher et relever les torpilles défensives :

Deux mortiers, d'un calibre de 10 pouces au plus, sont placés côte à côte sur le pont d'un navire et pointés dans des directions un peu divergentes. Chacun d'eux est chargé d'un projectile et les deux boulets sont réunis par une chaîne de 50 yards (46 m) de long, munie de grappins. A chaque boulet est fixé, en outre, le bout d'un faux bras, de 400 yards (365 m), lové sur le pont dont l'autre extrémité est tournée à demeure. Les deux mortiers sont tirés simultanément au moyen de l'électricité. Les deux boulets maintiennent la chaîne tendue pendant leur trajet, développent les faux bras et tombent à l'eau à 400 yards du bord. En halant les faux bras à bord, les grappins coupent les fils et draguent les torpilles. Ce procédé peut servir principalement dans le dragage d'un point d'une côte défendue par des torpilles unies par des fils électriques à une station à terre.

En France, on expérimente actuellement dans les escadres un filet remorqué par deux embarcations qui doit faire exploser les torpilles mouillées en les inclinant.

Ce filet, proposé par la défense fixe de Toulon, est remorqué à la vitesse de 2 à 3 nœuds. Son emploi peut être très utile après des opérations de guerre, lorsqu'on a tout le loisir de dégager les abords des ports des torpilles mouillées, mais ne paraît pas

susceptible d'application dans les opérations de guerre elles-mêmes. (Commission permanente des torpilles de l'escadre de la Méditerranée).

On se propose d'étudier en escadre un système de remorque d'un filin en acier, immergé à une profondeur déterminée au moyen de l'instrument appelé sentinelle sous-marine et employé comme sondeur en Angleterre.

Cet appareil, composé de deux planches de 1 m environ de longueur et faisant entre elles un angle de 90 degrés, se tient à une immersion constante qui est fonction de la longueur de la remorque et indépendante de la vitesse. Le filin en acier serait fixé entre les remorques de deux sentinelles et on pourrait le faire remorquer par des bâtiments à faible tirant d'eau, telles des vedettes à vapeur ou autres à des vitesses allant jusqu'à 14 nœuds.

On peut aussi se servir d'un simple chalut (filet de pêche à poche); toutefois, il sera mieux de l'armer d'une paire d'« otter heads » ou à planches rasantes, tels que l'emploient aujourd'hui les chalutiers à vapeur. Ces planches ont permis de supprimer la perche qui maintenait ouverte, à demeure, la poche du filet.

Chaque planche a les dimensions ci-après :

Longueur	2,10 m
Hauteur	1,20 m
Poids	350 kg
Ouverture du filet	28 m
Longueur du câble du fond entre les planches	42 m

Pour se faire une idée de ce système, nous comparerons l'« otter trawl » à un cerf-volant. L'attache de la ficelle d'un cerf-volant est placée de telle sorte qu'en y opérant une traction, elle forme avec la surface de l'aéroplane un angle aigu.

Pour le filet qui nous occupe, la corde de traction est fixée de la même façon, avec des goupilles d'attache aux planches rasantes; lorsque cette corde est tendue, elle forme avec la surface des planches un angle de 30 degrés.

Le cerf-volant ascensionne par l'effort de traction de la corde et la résistance de l'air; de même l'effet exercé par la corde tendue par le bateau remorqueur et la résistance de l'eau feront écarter les deux planches verticales, l'une vers la droite, l'autre vers la gauche, et les ailes du filet étant fixées à chacune des planches, ce filet sera donc tenu ouvert.

Toute torpille rencontrée sera draguée, ou explosera du fait

de l'inclinaison donnée sous la traction de la poche du filet.

Deux vedettes automobiles peuvent aussi se placer de chaque côté du champ d'exploration et traîner entre elles un filet maintenu verticalement par des quarts-à-poches, sortes de barillets formant flotteurs, et des plombs. Ce filet est assez semblable à la tessure des pêcheurs de harengs. Il mérite une description spéciale.

La tessure est une réunion ou assemblage de filets formant parallélogramme tout uni de 25 m de largeur sur 6,75 m de hauteur; c'est ce qu'on nomme une « alèze ». Les mailles peuvent être quelconques d'ouverture. Toutes les alèzes composant une tessure sont réunies bout à bout par un système de cordelettes et de nœuds appelés « warétailles ».

On peut composer une tessure avec plus de 200 alèzes; elle a donc, dans ce cas, un développement de 5 km.

Pour le dragage des torpilles, on pourra laisser aller par l'arrière du bateau le bout forain de la tessure et, tout en tirant des bordées ou se laissant dériver, dérouler toute la tessure dont l'autre bout sera retenu à bord. Il va de soi qu'il sera inutile d'employer une tessure de plus de 500 m déployés. La verticalité et l'entraînement, dans des directions calculées, de cette tessure, coucheront ou ramasseront des torpilles vigilantes, et les feront exploser sans danger pour le bateau remorqueur de la tessure, et vu la longueur de ce filet.

Enfin, on aura recours aux contre-torpilles par fourneaux sous-marins qu'on fera détoner sur des points choisis et qui provoqueront la destruction ou l'explosion des torpilles vigilantes avoisinantes.

On pourrait aussi tenter de faire exploser les torpilles vigilantes en utilisant les ondes hertziennes. Toutefois, il n'apparaît pas encore que ce procédé soit certain.

Les eaux ayant été débarrassées, dans le plus large périmètre entourant le lieu où l'on compte effectuer le retirement des épaves, on procédera donc ensuite avec quiétude aux travaux sous-marins, de retirement et de renflouage.

Par mesure de prudence et pour éviter, par les courants de flot et de jusant, l'apport, aux chantiers, de torpilles vigilantes errantes, on aura le soin de tendre verticalement des filets submergés ordinaires, et on les placera à une distance de 25 à 30 m environ des abords du chantier, dans la direction où portent généralement ces courants et les mauvais vents.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

Joan Willem POST

PAR

M. Auguste MOREAU.

La grande famille des Ingénieurs et spécialement notre Société, viennent de faire une nouvelle perte des plus douloureuses et des plus inattendues.

L'Ingénieur hollandais si connu, si apprécié, et nous ajouterons, si aimé de tous ceux qui l'approchaient, J. W. Post est mort à Amsterdam le 26 juin dernier, à la fleur de l'âge et en pleine activité.

Tous nos collègues se rappellent cette figure sympathique, ce collègue à la fois si charmant et si distingué, qui ne manquait jamais une de nos réunions importantes et avait si grand plaisir à se trouver au milieu des Ingénieurs français, parmi lesquels il ne comptait que des amis.

Il professait, nous pouvons l'affirmer pour le lui avoir bien souvent entendu répéter dans l'intimité, une affection toute particulière pour notre Société des Ingénieurs civils de France, dont il faisait partie depuis 1883, c'est-à-dire depuis plus de vingt ans.

Aussi sa disparition a-t-elle causé parmi nous une émotion profonde et d'unanimes regrets; nous l'avions vu il y a peu de temps, à son dernier voyage à Paris, et rien ne faisait prévoir qu'un dénouement fatal était si proche en constatant sa belle vigueur physique et intellectuelle. Le surmenage et un séjour peut-être trop prolongé aux colonies à un âge où l'organisme ne s'y prête plus, ont dû être les principales causes de sa fin prématurée. Il avait en effet à peine cinquante ans, étant né à Arnhem le 15 octobre 1854.

Peu de carrières d'Ingénieur ont été mieux remplies. Post fit d'abord ses études au collège de Leyde et passa son examen final à l'âge de seize ans; il suivit ensuite pendant une année les cours des professeurs Ryke (physique) et van Geer (mathématiques) de l'Université de Leyde, et, de 1871 à 1877, il entra

comme élève aux Écoles Polytechniques de Zurich et d'Aix-la-Chapelle.

Son premier travail technique date de 1875 et avait pour sujet la régularisation du Rhin dans le canton de Saint-Gall en Suisse.

Après avoir été en 1878 attaché temporairement à l'Ingénieur en chef Waldorp et en 1879 à l'Ingénieur en chef Dirks au Canal de la Mer du Nord, il entra, le 15 avril 1879, au service de la Compagnie d'Exploitation des chemins de fer de l'État comme employé technique de la construction. En 1880, il fut nommé Ingénieur aspirant et, en 1883, Ingénieur effectif de cette même Compagnie.

Ses aptitudes spéciales se manifestèrent principalement dans la superstructure des chemins de fer. Peu de temps après, il imaginait sa traverse métallique aujourd'hui si répandue, caractérisée par une surépaisseur de métal venue au laminage au droit du rail, et dont des milliers d'échantillons sont actuellement posés non seulement dans les Pays-Bas, mais aussi en Belgique, en Allemagne, en France, en Suisse (sur la ligne du Saint-Gothard) et à Sumatra; à plusieurs reprises, il apporta à son système des améliorations, principalement en ce qui concerne le point capital des attaches du rail à la traverse, et en 1887 il obtenait une médaille d'argent de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale à Paris.

En 1880, il se rendit aux États-Unis pour étudier divers chemins de fer.

Sur la demande du Ministre des Colonies hollandaises, la Compagnie d'Exploitation à laquelle il était attaché lui donna l'autorisation d'entrer dans le service temporaire du Gouvernement des Indes et il partit le 1er mai 1890 comme Ingénieur de deuxième classe de la construction des Chemins de fer de l'État.

Il prit une part particulièrement active à la construction du chemin de fer de la Côte Ouest de Sumatra, fut promu au choix Ingénieur de première classe et chargé par le Gouvernement des Indes Néerlandaises d'une enquête technique concernant les chemins de fer et le régime des eaux dans le Minahassa (résidence de Minado).

En 1894, il retourna aux Pays-Bas, et le 1er janvier 1895 rentra au service de la Compagnie d'Exploitation ; le 1er mai 1902, il était nommé Ingénieur en chef du service de construction, entretien et surveillance de la voie.

Peu d'Ingénieurs néerlandais furent plus que lui connus et appréciés à l'étranger, ce qui était dû à sa grande affabilité et à sa parfaite connaissance des trois principales langues : français, anglais et allemand.

Il fut, à plusieurs reprises, nommé rapporteur au Congrès des Chemins de fer et à l'Institut colonial international ; tout le monde se rappelle ses intéressants mémoires sur les Chemins de fer, et tout récemment, en 1904, à l'Institut de Wiesbaden, sur les Irrigations aux Indes néerlandaises.

Entre temps il était fructueusement consulté par les Compagnies des Chemins de fer de Gueldre-Transisalanien, et Royal Néerlandais, pour les travaux du port de La Plata, différents chemins de fer dans la République Argentine, la Compagnie des Chemins de fer Néerlando-Sud-Africains, et la Compagnie du Chemin de fer de l'Est de Batavia.

Il serait trop long d'énumérer, en dehors de ses travaux professionnels, les nombreux articles, brochures, mémoires et rapports qu'il publia en Hollande, en France, en Angleterre et en Allemagne, en particulier, chez nous, dans la *Revue Générale des Chemins de fer* et à notre Société des Ingénieurs civils de France. Tous étaient d'ailleurs marqués du sceau de la compétence et d'une indiscutable autorité. Son nom restera inscrit dans les Annales du Génie civil et sa traverse métallique a permis de réaliser d'importants progrès dans l'Industrie des chemins de fer.

Post était Chevalier de la Légion d'honneur, Chevalier de l'ordre de la Couronne de Prusse et Officier de l'ordre français de l'Étoile du Bénin.

CHRONIQUE

N° 298.

SOMMAIRE. — Les ascenseurs pour bateaux. — Le chemin de fer du Cap au Caire. — Le chemin de fer de la Jungfrau. — Nouvelle chaudière de locomotive. — Utilisation de la chaleur perdue des fours à coke. — Production de l'huile et de l'engrais de poisson dans l'île de Saghalien. — Le chauffage naturel.

Les ascenseurs pour bateaux. — On sait que, dans certains cas et notamment pour franchir des différences considérables de niveau, on remplace les écluses par des ascenseurs verticaux. Le premier ouvrage de ce type a été établi à Anderton, en Angleterre, en 1875, pour faire passer des bateaux de 100 t de la rivière Weaver au canal Trent et Mersey. La différence de niveau franchie était de 15,30 m et la situation ne permettait pas l'établissement d'un jeu d'écluses. La montée et la descente d'un bateau demandent seulement huit minutes, tandis que le passage de plusieurs écluses accolées aurait exigé près d'une heure.

Treize ans plus tard, le second exemple de ce genre d'appareils fut réalisé dans l'ascenseur des Fontinettes sur le canal de Neufossé, établi pour remplacer cinq écluses franchissant une différence totale de niveau de 13 m. Ce canal a un trafic important de charbon et la durée du passage aux écluses était une question sérieuse. Les dimensions de l'ascenseur sont beaucoup plus considérables que celles de l'ascenseur d'Anderton, parce qu'il reçoit des bateaux de 300 t. Le passage d'un bateau d'un bief à l'autre demande dix-neuf minutes.

A la même époque on a achevé l'ascenseur de La Louvière sur le canal du Centre en Belgique. La différence de niveau est de 15,30 m; l'ouvrage peut recevoir des bateaux de 400 t et la durée du passage est de quinze minutes.

Un ascenseur de plus grandes dimensions encore a été établi à Henrichenburg, sur le canal de Dortmund à l'Ems, et inauguré en 1899. Nous en avons parlé dans la Chronique d'août 1896, page 327. Il reçoit des bateaux de 950 t; la dénivellation franchie est de 14 m. Cet ascenseur diffère des précédents en ce qu'il n'a qu'un bac au lieu d'en avoir deux qui s'équilibrent. Ce bac qui reçoit les bateaux à flot est porté par cinq flotteurs qui se déplacent dans des puits. Les choses sont réglées de manière que le système est en équilibre lorsque le bac est à mi-hauteur. La montée et la descente s'opèrent, l'une par l'extraction d'eau du bac, l'autre par l'introduction d'eau supplémentaire dans ce même bac. Quatre fortes vis verticales animées d'un mouvement égal de rotation imprimé par un moteur électrique assurent la parfaite régularité du déplacement vertical. On peut élever un bateau et ramener le bac à sa position inférieure prêt à recevoir un autre bateau en un quart d'heure.

A la liste de ces appareils s'ajoute depuis peu l'ascenseur du canal de Trent, à Peterborough, au Canada, destiné à franchir une différence de niveau de 20 m entre Nassau et Little Lake. La dénivellation entre ces

deux points est de 23,50 m, mais une écluse ordinaire placée au débouché du canal dans le lac permet de franchir les 3,50 m de surplus. On a adopté le type d'ascenseur vertical, d'abord à cause de la différence considérable de niveau, et aussi pour pouvoir réduire la durée des éclusées et, par conséquent, en multiplier le nombre pour éviter l'encombrement. Avec le système d'écluses à portes, il aurait fallu doubler le nombre des écluses, ce qui aurait conduit à en avoir dix; la durée du passage aurait été excessive.

L'ascenseur dont nous nous occupons est double : il comporte deux bacs pouvant recevoir chacun un bateau de 800 t à flot; chaque bac est indépendant, c'est-à-dire peut être manœuvré isolément; il est porté sur un piston de presse hydraulique; ces presses sont très probablement les plus grandes qui aient été faites jusqu'ici. Les pistons ont 2,28 m de diamètre et une longueur correspondant à une course de 20 m, différence de niveau à franchir. Le diamètre intérieur des corps de presses est de 2,35 m, de sorte qu'il reste un espace circulaire de 35 mm entre les pistons et les corps.

Les pistons creux sont en fonte par bouts de 1,55 assemblés par des brides intérieures boulonnées. Les corps de presses sont en acier coulé; ils ont 88,5 mm d'épaisseur et sont aussi en bouts de 1,55 assemblés par des brides extérieures boulonnées. Les joints sont faits avec des anneaux de cuivre de 1,5 mm d'épaisseur placés entre des surfaces soigneusement dressées; de plus, les joints des presses comportent un anneau de plomb dont la section est un cercle de 12 mm de diamètre, inséré dans une double gorge en forme de V. Les presses ont été essayées à une pression de 85 kg par centimètre carré, soit le double de la pression de fonctionnement normal.

Les pistons supportent deux grandes poutres entre lesquelles est compris le bac. L'ensemble est guidé latéralement par des tours en maçonnerie de 30 m de hauteur. Le jeu réservé entre les biefs fixes et le bac est de 5 cm seulement et le joint étanche se fait au moyen d'une garniture en caoutchouc creuse, dans laquelle on insuffle de l'air à une pression de 0,7 kg par centimètre carré. La charge totale soulevée avec un bateau chargé est de 17 000 t.

On a installé un accumulateur formé d'un piston de 0,50 m de diamètre et 15 m de course sous lequel une double paire de pompes mues par une turbine hydraulique refoulent l'eau. Le piston est chargé directement à raison de 45 kg par centimètre carré.

Il faut trois hommes pour la manœuvre de l'ascenseur : un chef-éclusier et deux aides, un pour chaque porte. Le chef se tient dans une cabine de manœuvre placée sur une des tours avec les divers leviers de commande sous la main.

La partie métallique de l'ouvrage comporte 760 000 kg d'acier en tôles et fers profilés, pour les poutres, bacs et portes, 226 000 kg de fonte pour les pistons, guidages, accumulateurs, etc., et 320 000 kg d'acier coulé pour les presses, accumulateurs, etc.

Le chemin de fer du Cap au Caire. — Lorsque Cecil Rhodes émit l'idée de construire un chemin de fer traversant du nord au sud le

Continent africain et la soumit au public en la décorant du titre de Chemin de fer du Cap au Caire, si cette idée fut accueillie avec l'admiration que méritait la hardiesse de la conception, on la considéra très généralement comme peu susceptible de réalisation au moins prochaine et plutôt comme une étude intéressante que comme un projet d'une valeur pratique. Cependant Rhodes était loin d'être un théoricien et, en émettant cette idée, il pensait bien qu'elle prendrait corps dans un avenir rapproché et que, s'il n'était pas destiné à la voir lui-même aboutir, la traversée de l'Afrique par un chemin de fer ne pouvait du moins tarder beaucoup à s'accomplir.

Quelques années se sont écoulées depuis la proposition de Rhodes et bien des gens qui la regardaient comme plus ou moins chimérique et même d'autres qui, sans aller si loin, considéraient sa réalisation comme une question de beaucoup de temps, seront surpris d'apprendre que les diverses lignes achevées, formant des parties du grand projet, constituent aujourd'hui une longueur collective de 4 484 km, soit presque la moitié de la longueur totale de 9 500 km, distance du Cap au Caire. De plus 560 km sont en construction et près de 1 500 autres sont étudiés pour compléter la communication qui, avec les 3 000 km de voies navigables sur les lacs et le Nil, formeront une voie de transport continue à travers l'Afrique.

Rhodes n'a jamais eu l'idée, en baptisant son projet du nom qui figure en tête de cet article, de le présenter comme ayant pour objet de relier simplement le Cap au Caire. L'objet de cette immense ligne était de développer la production et le commerce dans l'intérieur du continent africain et d'amener ensuite la construction d'embranchements reliant le tracé principal à des points intermédiaires aux ports de la côte, de manière à pouvoir faciliter l'arrivée des produits aux points où ils pouvaient être embarqués le plus rapidement et aux moindres frais. Il avait d'ailleurs compris qu'il n'était pas nécessaire, au moins dès le début, d'établir une ligne continue de chemin de fer sur toute la longueur, mais qu'il convenait d'utiliser les grandes voies navigables de l'Afrique jusqu'au moment où le développement du trafic sur ce système mixte de communication atteindrait un degré où il y aurait économie à établir une voie ferrée continue sur toute la longueur.

L'extension jusqu'à Kimberley, c'est-à-dire sur une longueur de 1 043 km, des chemins de fer du Gouvernement du Cap, a été achevée en 1888 et on a atteint Mafeking, à 325 km plus loin, aux frontières de la Colonie, en 1894. Le prolongement au delà fut activement poussé par la British Chartered Company et, en octobre 1897, la jonction était faite avec Bulawayo, situé à 789 km de Mafeking, soit une distance de 2 157 km du Cap.

La révolte des indigènes dans la Rodhesia et la guerre du Transvaal retardèrent les travaux de prolongement vers le nord, parce qu'on crut préférable de pousser les lignes importantes reliant Bulawayo et Salisbury et cette dernière ville au chemin de fer de la Beira qui aboutit à la mer. Toutefois on a achevé cette année 443 km de Bulawayo vers Victoria Falls sur le Zambèze, ce qui complète une longueur ininterrompue de voie ferrée de 2 632 km entre le Cap et le terminus actuel au nord.

On se proposait d'abord de tracer la ligne de Bulawayo dans la direction du nord-est pour atteindre le district houiller de Mafungabusi et de traverser le Zambèse et la Gorge de Koriba près de la frontière portugaise, mais on reconnut que ce tracé offrait de grandes difficultés et la découverte de gisements d'excellent charbon dans le district de Waukie fit adopter un tracé au nord-ouest qui a l'avantage de toucher les célèbres chutes du Zambèse, qui ne peuvent manquer d'amener une grande affluence de touristes, surtout anglais et américains.

On travaille à prolonger la ligne de 563 km jusqu'à Broken Hill, ce qui implique la traversée du Zambèse et la construction d'un pont sur la magnifique gorge au fond de laquelle coule le fleuve. Ce pont aura une arche centrale de 152,5 m avec deux autres arches sur terre et les rails seront posés à 128 m au-dessus du niveau du fleuve, hauteur supérieure de 16,80 m à celle du dôme de la cathédrale de Saint-Paul, à Londres, au-dessus du pavé. Une grande partie des pièces du pont est déjà à pied d'œuvre et une ligne funiculaire pour le transport a été installée. On estime que l'ouvrage sera terminé pour la fin de l'année et l'accomplissement du souhait de Cecil Rhodes, qui désirait voir l'écume projetée par les chutes du Zambèse arroser les wagons d'une voie ferrée, pourra être constaté par les membres de l'Association Britannique qui doivent tenir à Victoria Falls leur session de l'année prochaine.

A Broken Hill, on traverse un district abondant en richesses minérales, parmi lesquelles figurent le plomb, le cuivre et le zinc; on y trouve aussi de grandes quantités de caoutchouc. Les études du tracé ont été faites sur environ 700 km, jusqu'à Kituta, près du lac Tanganyika, qui forme la frontière septentrionale du territoire de la Compagnie, mais des raisons de l'ordre financier obligent à retarder de quelque temps l'exécution des travaux. Le lac dont il est question est entouré de hautes montagnes, qui rendent très difficile l'établissement d'une voie ferrée. Il a une longueur de 650 km, et de son extrémité nord, Usambara à Kiou, la voie devrait monter de 600 m sur une longueur de 145 km.

Le lac Kiou, qui a 100 km de longueur, est également situé au milieu de hautes montagnes.

De là, la ligne s'élèverait encore de 600 m jusqu'au point culminant, et continuerait ensuite, à travers un pays plat, jusqu'à la côte occidentale du lac Albert Edward, dans une contrée riche, populeuse et salubre, puis, suivant la vallée de Somliki, sur le territoire du Congo, descend de 450 m, jusqu'au niveau du lac Albert, à 354 km du lac Kiou.

La partie sur territoire britannique, dans cette section, présente une montée de 600 m et une descente raide de 900 m, ce qui rend l'établissement d'une voie ferrée très difficile, sinon même impossible.

Du point indiqué ci-dessus, les communications s'effectuent par voie d'eau, sur 320 km, par le lac Albert et ensuite par le Nil, jusqu'à Dufilé, point qu'il faudra relier par chemin de fer avec Réjaf, distance 160 km, pour éviter les rapides du fleuve.

La navigation reprendra alors et, grâce aux travaux de dragage de sable opérés, pourra s'effectuer sur 1 600 km, jusqu'à Kartoum; de fait, un service de bateaux à vapeur existe sur cette partie depuis le com-

mencement de cette année. Un arrangement conclu avec l'Empereur d'Abyssinie permettra la construction d'un chemin de fer sur cette section, lorsque le moment sera venu. Kartoum est déjà relié, par un chemin de fer de 900 km de longueur, avec Wady Halfa, d'où on utilise le cours du Nil sur 350 km, jusqu'à Assouan.

Le trajet jusqu'au Caire, qui est de 950 km, s'opère entièrement par chemin de fer depuis 1897.

La mise en communication de la grande artère centrale avec la côte orientale par Salisbury et Beira est déjà effectuée et, d'autre part, on pourrait la relier par une ligne de longueur relativement faible partant du lac Victoria au chemin de fer de l'Uganda et au port de Mombassa. Dans l'Afrique orientale allemande, un chemin de fer partant de Zanzibar, ou plutôt d'un port situé en face et en terre ferme, et allant à Tabora, près du lac Tanganyika, est en projet, tandis que le chemin de fer de Berber à Souakim, plus au nord, est déjà en construction. Un arrangement a été conclu avec l'État libre du Congo pour la construction d'une ligne empruntant son territoire et aboutissant au lac Kasali, qui communique avec le cours navigable du Luababa, le grand affluent du Congo.

D'après ce qui précède, on voit que l'objet essentiel du grand projet dont nous venons de nous occuper, c'est-à-dire l'établissement d'une voie de communication traversant l'Afrique du nord au sud, parait devoir être complètement atteint dans des limites raisonnables de temps, bien qu'on puisse admettre que ce n'est peut-être pas encore la génération actuelle qui pourra faire le trajet entier du Cap au Caire en sleeping-car. Ces renseignements sont extraits de l'*Indian Engineering*.

Le chemin de fer de la Jungfrau. — Nous donnons ci-dessous, d'après les journaux suisses, quelques renseignements sur l'état actuel des travaux du chemin de fer de la Jungfrau, commencés en 1897, et poursuivis sans interruption, malgré de très grandes difficultés dues à la nature du sol et au climat très rigoureux en hiver.

On sait que la ligne part de la station Petite-Scheidegg, du chemin de fer de la Wengernalp, et se termine actuellement à celle d'Eigerwand; c'est la partie en exploitation. Nous donnons ici les distances et altitudes des stations de cette partie :

STATIONS	ALTITUDE	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULÉES	DÉCLIVITÉS MAXIMA
	m	m	m	°/.
Petite-Scheidegg .	2 064	»	»	»
Glacier de l'Eiger .	2 322	2 052	2 052	24,1
Rothstock	2 518	830	2 882	25,0
Eigerwand	2 876	1 520	4 342	25,0

La ligne doit avoir 12 200 m de longueur, et se terminer au sommet

de la Jungfrau, à l'altitude de 4 166 m, par un ascenseur placé dans un puits vertical de 73 m.

On perce actuellement le tunnel qui doit traverser le massif de l'Eiger en partant du terminus actuel à Eigerwand; une centaine d'ouvriers sont occupés constamment à ce travail.

Les déblais sont transportés du front d'attaque à la station d'Eigerwand, d'où ils sont évacués par une locomotive électrique. Le travail se poursuit de façon ininterrompue, au moyen de trois équipes qui travaillent huit heures chacune. Il a été activement poussé pendant l'hiver et, pendant la saison d'exploitation, il ne subit aucun ralentissement.

Le tunnel a atteint l'altitude de 3 010 m, et la longueur achevée à partir de la station de départ est de 5 020 m. Pour atteindre la station de la Mer de Glace, qui suit celle d'Eigerwand, il reste 700 m à percer. L'avancement mensuel étant en moyenne de 50 m, cette partie exigera encore un travail de près de quatorze mois. Le versant sud de l'Eiger ne serait donc pas atteint avant la fin d'août 1905. On peut toutefois espérer que, si aucune complication ne survient pour entraver les travaux, on pourra gagner un ou deux mois sur ce terme, car tout fait penser que le percement s'accélérera avec le temps, et que la moyenne mensuelle pourra atteindre 60 m ou à peu près.

Tant que la station Mer de Glace ne sera pas atteinte, le travail ne peut être effectué que sur un seul point. Sitôt la paroi sud atteinte, les travaux de la gare proprement dite pourront être poussés beaucoup plus activement. Il ne serait donc pas impossible de prévoir l'ouverture à l'exploitation de la partie Eigerwand-Mer de Glace pour 1905; toutefois, les délais sont si étroits qu'il est prudent de ne compter sur cette ouverture que pour 1906 seulement. Cette station sera à 3 156 m d'altitude, et la longueur exploitée atteindra 5 800 m.

La station Mer de Glace dominera de 30 m environ le glacier. La température ne permettra pas de la laisser ouverte comme celle d'Eigerwand.

Les baies percées dans le rocher pour éclairer l'intérieur et laisser voir la vue seront vitrées. Un sentier taillé dans le roc permettra de gagner sans difficulté le glacier. D'autres sentiers seront établis en vue de faciliter les diverses ascensions, pour lesquelles la station servira de point de départ. Il est à noter que même l'ascension de la Jungfrau deviendra, faite de la station Mer de Glace, une course à la portée de tout alpiniste tant soit peu familier avec la montagne.

La ligne sera-t-elle immédiatement continuée vers une nouvelle étape? La chose n'est pas encore formellement décidée, mais elle est probable.

Les héritiers de la pensée de Guyer-Zeller se rendent bien compte que leur ligne ne pourra devenir d'une exploitation fructueuse que lorsqu'elle sera achevée. Comme, d'autre part, aucune difficulté technique nouvelle n'est à prévoir, tout se résume à une question de capitaux à trouver. Cette question n'est pas sans doute insoluble.

Il semble que les résultats déjà acquis sont encourageants. En effet, si nous consultons les statistiques des chemins de fer suisses pour 1902 (les dernières parues), nous trouvons que, pour cette année, les recettes

totales du chemin de fer de la Jungfrau, pour la partie exploitée Petite-Scheidegg-Rothstock, longueur 2 882 m, se sont élevées à 160 680 f, soit 55 000 f par kilomètre, pour une durée d'exploitation de trois mois environ, et les dépenses à 47 520 f, laissant un solde de 113 160 f, qui représente, pour une dépense de 2,5 millions de francs pour cette partie, soit un million par kilomètre en nombre rond, un revenu de plus de 4 0/0. Il semble bien probable que la fréquentation, représentée déjà en 1902 par 48 500 voyageurs, augmentera dans de grandes proportions à mesure que l'avancement de la ligne et l'augmentation d'altitude qui en résulte accroîtront de plus en plus l'intérêt du parcours.

Nouvelle chaudière de locomotive. — On a, à diverses reprises, cherché à modifier la forme classique des chaudières de locomotives due à Stephenson. Les uns, comme Verderber, Docteur et autres, ont supprimé la boite à feu à lames d'eau, pour la remplacer par une boite à feu en matériaux réfractaires. Plus récemment, on a introduit des tubes à eau dans les foyers; on a même donné à ces tubes un rôle plus important, en en constituant, pour ainsi dire, toute la surface de chauffe. Nous trouvons aujourd'hui, dans les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, la description d'une nouvelle chaudière due à M. Joh. Brotan, Ingénieur aux chemins de fer de l'État autrichien, et qui présente des dispositions intéressantes. Dans ce générateur, la boite à feu ordinaire est modifiée par le remplacement des lames d'eau par des tubes dans lesquels l'eau circule.

De chaque côté de la grille, et un peu au-dessous de celle-ci, sont deux gros tubes longitudinaux reliés à la partie inférieure du corps cylindrique par des tubes courbes qui assurent leur alimentation d'eau; sur ces tubes, qui ont environ 0,20 m de diamètre, s'emmanchent des tubes verticaux de 95 mm de diamètre extérieur et 5 mm d'épaisseur qui, plus haut, se cintrent suivant le contour de la partie supérieure du corps cylindrique et débouchent dans le bas d'un réservoir cylindrique horizontal placé au-dessus du corps de la chaudière, et communiquant avec lui par trois grosses tubulures.

Les tubes dont il s'agit sont placés presque à se toucher, avec 2 à 3 mm seulement d'intervalle. On garnit cet intervalle à l'extérieur de terre à four, et on recouvre la partie extérieure de la boite à feu d'une enveloppe en tôle mince.

La partie arrière du foyer est constituée de même par des tubes verticaux implantés dans deux gros tubes placés à la base du foyer; les tubes verticaux sont contournés à la partie moyenne pour laisser l'ouverture de la porte du foyer.

Le corps cylindrique de la chaudière n'est pas modifié; la plaque tubulaire arrière est circulaire comme la plaque avant. Le niveau d'eau s'établit dans le réservoir supérieur, et les tubes d'eau sont alimentés par les tubes inférieurs qui sont, comme nous l'avons dit plus haut, en communication directe avec le corps cylindrique.

La note où nous trouvons ces renseignements, note due à M. G. Elbel, chef de l'inspection des machines à Insterburg, invoque en faveur de la chaudière Brotan les avantages suivants :

1° La surface de chauffe de la boite à feu ou surface directe est augmentée de 50 0/0 environ, à dimensions égales de la grille; les tubes présentent en effet au feu une demi-circonférence, au lieu du diamètre représenté par la paroi plane;

2° Il n'y a plus ni entretoises, ni tirants, ni fermes de consolidation des parois planes;

3° La construction devient plus économique, tant par la suppression des tôles et entretoises de cuivre que par celle de la main-d'œuvre de confection des foyers entretoisés;

4° La circulation de l'eau est beaucoup mieux assurée dans les tubes, où le courant a lieu toujours dans le même sens, que dans les lames d'eau où il y a un courant ascendant et un courant descendant, d'où vaporisation plus active;

5° La suppression totale des parois planes entretoisées permet d'employer sans difficulté des pressions très élevées;

6° Les chances d'explosions dues aux ruptures d'entretoises et de tirants sont supprimées;

7° Les dépenses d'entretien et de réparations sont considérablement réduites;

8° Il est possible d'employer des natures de combustibles dont on ne peut pas se servir sans effets fâcheux avec les foyers en cuivre.

En face de ces avantages, M. Elbel ne voit guère comme inconvénients qu'une augmentation de poids de 5 0/0, qui, sur le poids total de la locomotive, amène un excès absolument insignifiant.

Sans contester en rien l'intérêt que présentent les dispositions de cette chaudière et l'ingéniosité qu'a montrée l'auteur dans sa construction, nous nous permettrons de signaler un inconvénient très réel de cet arrangement, c'est la réduction considérable que subit la surface de niveau d'eau ou surface d'émersion de la vapeur produite. Cette surface n'est plus représentée que par le diamètre du réservoir supérieur; on peut donc admettre qu'elle est réduite aux 50 0/0 de la surface d'émersion dans la chaudière ordinaire, alors que la surface de chauffe est augmentée, comme on l'a vu plus haut, de 5 0/0 (50 0/0 de la surface directe supposée du dixième de la surface totale. Le rapport de la surface de chauffe à la surface d'émersion passe donc de 1 pour la chaudière ordinaire à 2,08, c'est-à-dire que chaque mètre carré de surface d'émersion doit donner passage à une quantité bien plus que double de vapeur si réellement la vaporisation est augmentée par la nouvelle disposition. Il est donc à craindre de voir celle-ci donner des entraînements d'eau et de la vapeur humide.

On peut se demander aussi si, malgré la circulation active de l'eau dans les tubes, ceux-ci ne viendront pas à s'entartrer; s'il en est ainsi, le nettoyage de ces tubes ne paraît pas possible et il faudra nécessairement démonter entièrement le foyer. Enfin la présence de quantité de joints entre les tubes verticaux et les autres parties du foyer ne donnera-t-elle pas lieu à des fuites plus ou moins gênantes, et par suite à un entretien dispendieux? Ce sont, du reste des questions que l'expérience résoudra.

Le système Brotan est appliqué depuis quatre ans à une locomotive

à marchandises des chemins de fer de l'Etat autrichien et, depuis deux ans, à deux autres du même type. On va l'appliquer à deux locomotives pour trains express. Le Kaiser Ferdinand Nordbahn va aussi l'appliquer à une machine à marchandises; il en est de même des chemins de fer de l'État hongrois et des chemins de fer de l'État prussien, directions de Berlin et de Cassel. Enfin M. Elbel ajoute que plusieurs grandes Compagnies françaises se préoccupent de la question et ont envoyé des Ingénieurs examiner les chaudières en fonctionnement. Nous aurons probablement occasion de revenir sur ce sujet.

Utilisation de la chaleur perdue des fours à coke. — L'utilisation des énormes quantités de chaleur provenant des fours à coke est actuellement l'objet d'une attention toute spéciale, et des Sociétés qui s'occupent de la fourniture du courant électrique l'étudient très sérieusement. Ainsi, l'Electric Supply C°, de Newcastle-sur-Tyne, a établi à Blaydon Burn, une station dans laquelle la vapeur est produite par la chaleur perdue d'une batterie de fours à coke. Les résultats en sont excellents sous le rapport de l'économie. Il n'est pas douteux que cet exemple ne soit suivi et que l'emploi de cette source de calorique ne devienne de plus en plus fréquent.

Les propriétaires de houillères qui possèdent des fours à coke n'ignorent pas qu'ils perdent des quantités considérables de calorique qu'ils pourraient utiliser en plus ou moins grande partie. Il est intéressant d'entrer dans quelques détails sur les moyens à employer pour y arriver.

La quantité de chaleur non utilisable dans la fabrication du coke, quel que soit le système de four employé, est considérable. Si on admet que la proportion des matières volatiles dont on doit se débarrasser pour obtenir le coke s'élève à 30 0/0 du poids du charbon, et qu'avec les appareils les plus perfectionnés ces gaz ne sortent pas à une température inférieure à 1 000 ou 1 100° C., on peut apprécier quel intérêt il peut y avoir à capter la plus grande partie possible de la chaleur correspondante et à l'utiliser. C'est une question qui mérite la plus sérieuse attention des Ingénieurs engagés dans l'industrie de l'extraction de la houille.

Jusqu'à ces dernières années on se contentait ordinairement d'installer, à la suite des fours, des chaudières de formes primitives et généralement abandonnées, fonctionnant presque toujours à basse pression (à cause même de ces formes). On y substitue avec avantage la chaudière du type Lancashire et ce n'est que tout récemment qu'on a introduit pour cet usage la chaudière à tubes d'eau dont l'emploi s'est vite répandu. Les résultats obtenus ont été assez satisfaisants pour faire prévoir leur usage général pour cet objet dans un avenir prochain.

Avec les chaudières type Lancashire ou Cornouailles, on peut estimer en moyenne à 1,2 kg la production de vapeur par kilogramme de houille mise au four.

Avec la chaudière à tubes d'eau, on obtient 25 et même 35 0/0 de plus, de sorte que la vaporisation moyenne devient 1,56 par kilogramme de charbon. Cet effet s'explique par la division des gaz chauds en filets

qui agissent d'une manière plus intime sur les surfaces de chauffe constituées elles-mêmes par les parois minces des tubes contenant l'eau à vaporiser, au lieu de lécher des tôles épaisses formant les parois de carneaux ou foyers de grand diamètre. De plus, l'eau circule rapidement dans les tubes et ne permet pas la formation de couches minces adhérant aux surfaces et empêchant plus ou moins l'absorption de la chaleur. Il faut ajouter enfin la facilité de nettoyage des surfaces tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. Tout cela contribue à assurer à la chaudière à tubes d'eau une plus grande efficacité.

Les chiffres suivants représentent les résultats obtenus dans un essai qui a duré quatre jours, effectué sur une chaudière à tubes d'eau du système Stirling à la houillère Victoria Garesfield, près de Newcastle.

Les essais ont été conduits par les représentants de la Compagnie Stirling et par ceux de la Compagnie propriétaire des houillères. L'eau d'alimentation était mesurée dans un réservoir préalablement jaugé et garni de tubes de niveau en verre ; on notait le niveau au commencement et à la fin des essais. Les gaz étaient admis par une ouverture pratiquée dans l'autel au bas de la façade de la chaudière. Ce type de générateur comporte une grille auxiliaire sur laquelle on peut faire un feu suffisant pour mettre la chaudière en pression, lorsque la consommation avec les fours à coke est interrompue.

Dans les essais, on se servait des chaleurs perdues d'une batterie de vingt-deux fours de 3,35 m de diamètre. Ces fours étaient en service depuis plusieurs années. Chacun peut cuire 6,4 t de houille en 84 heures, ce qui donne pour l'ensemble 290 t par semaine de 168 heures, ou encore 13.2 tonnes par four et par semaine et 1 727 kg par heure pour l'ensemble. On prenait des échantillons de gaz à divers endroits, notamment à l'entrée à la chaudière et à la sortie. A l'entrée, les gaz étaient pauvres en acide carbonique. La totalité des gaz ne passaient pas d'ailleurs par la chaudière. La température au registre a été trouvée de 780° C. On aurait probablement trouvé des résultats encore plus favorables si la totalité des gaz avaient traversé le générateur. Il est à remarquer que de la sortie des fours à l'entrée à la chaudière il y avait une distance de 9 m environ et qu'il y avait un rayonnement considérable de la part de la maçonnerie du carneau, d'où une perte de chaleur très appréciable. Les gaz avaient, à leur sortie des fours, une température moyenne de 1 100° C.; cette température n'était plus, à l'entrée à la chaudière, que de 950 degrés. On aurait notablement réduit cette perte en mettant la chaudière immédiatement à la sortie des fours.

Les fournisseurs avaient garanti une production de vapeur de 2 550 kg à l'heure à 100 degrés avec de l'eau à 100 degrés et 0,64 kg d'eau vaporisée par kilogramme de houille mise dans les fours. La vaporisation moyenne, pendant les essais de quatre jours, dont chacun de huit heures, a été de 2.930 kg en tout et de 0,77 kg par kilogramme de houille employée. Ces résultats sont respectivement de 15 et 20, supérieurs aux chiffres garantis. Il peut être intéressant de donner la composition du charbon dont on s'est servi. Il contenait les proportions suivantes : carbone, 83,84 ; hydrogène, 5,02 ; oxygène, 4,10 ; azote, 1,69 ; soufre, 1,00. Il a donné 3,22 de cendres et 1,13 0/0 d'humidité. Le coke obtenu avait

Dates des essais.	19 Janvier	20 Janvier	21 Janvier	22 Janvier	Moyenne
Durée des essais.	9 h. 30 à 5 h. 30	8 h. 28 à 4 h. 28	8 h. 14 à 4 h. 14	8 h. 30 à 4 h. 30	»
Pression de la vapeur au manomètre	8,8 kg	9,6 kg	9,5 kg	9,3 kg	9,3 kg
Tirage à l'entrée de la chaudière	5,7 mm	6,0 mm	6,2 mm	50,0 mm	17 mm
Tirage à la sortie	13,7 —	14,0 —	13,5 —	14,0 —	»
Température de l'air extérieur	18,3	17,2	9,9	»	»
— moyenne à la sortie des fours.	1 100	1 080	»	»	»
— — à l'entrée à la chaudière.	940	940	»	»	»
— — à la sortie à la chaudière.	330	345	345	345	»
— — de l'eau d'alimentation	74	75	75	75	74,7
Houille par heure dans les fours	1 720 kg	1 720 kg	1 720 kg	1 720 kg	1 720 kg
Eau à la chaudière en huit heures	20 360	21 400	21 700	22 220	21 420
Coefficient de vaporisation	1,093	1,095	1,095	1,094	1,094
Eau en huit heures à et de 100 degrés.	22 250	23 430	23 750	24 310	23 430
Eau par heure à et de 100 degrés.	2 780	2 930	2 970	3 040	2 930
Vaporisation par heure à et de 100 degrés.	1,61	1,70	1,72	1,77	1,70
Vaporisation par mètre carré de surface de chauffe et par heure à et de 100 degrés.	18,5 kg	19,5 kg	19,8 kg	20,4 kg	19,5 kg

la composition suivante : carbone, 92,00 ; cendres 7,00 ; soufre 0,70 et humidité 0,30. Le rendement de la houille en coke a été trouvé de 66 0/0.

La chaudière dont on s'est servi dans ces essais avait 150 m² de surface de chauffe. Les renseignements qui précèdent sont extraits de l'*Iron and Coal Trades Review*.

Production de l'huile et de l'engrais de poisson dans l'île de Saghalien. — On consomme au Japon énormément d'engrais de poisson. Cet engrais se fabrique principalement dans l'île de Saghalien dont nous avons eu occasion de signaler (mars 1904, page 389) la richesse en combustibles minéraux. Avec cet engrais on obtient aussi de l'huile de poisson qui est employée à divers ouvrages. Un rapport du consul anglais, à Hakodate, analysé par le *Journal of the Society of Arts*, donne d'intéressants détails sur cette industrie qui s'exerce sur une grande échelle, bien qu'avec des moyens très primitifs.

Dans l'île de Saghalien, la pêche est l'objet de concessions de la part du Gouvernement russe, moyennant une redevance fixe annuelle. De plus, une taxe de 0,75 f par 100 kg est prélevée sur l'engrais exporté, sans compter divers droits qui varient d'une année à l'autre.

Les hommes employés à la pêche sont, pour la plupart, des Japonais qu'on engage à Hakodate et qu'on envoie gratuitement par vapeur sur les lieux de pêche, en leur donnant des avances pour entretenir leur famille pendant leur absence ; ils sont, pendant la période de pêche, nourris et logés dans l'île de Saghalien aux frais du fermier de la pêche. Les logements qu'on leur donne sont convenables et la nourriture, composée principalement de riz du Japon, très suffisante. Le fermier fournit les bateaux, les filets et tout l'équipement nécessaire. La pêche terminée, les hommes sont ramenés gratuitement à Hakodate et reçoivent une rémunération sur la base du poisson qu'ils ont pris. Voici comment on fait la pêche.

Pendant la saison, qui dure de fin avril à fin juin, une surveillance est exercée nuit et jour par des bateaux sur l'arrivée des harengs qui forment la matière première d'où on extrait l'engrais et l'huile. Dès qu'on reconnait l'approche d'un banc de harengs, on la signale aux diverses stations de pêche. On connait si bien les circonstances de la marche de ces bancs qu'on peut apprécier, à une heure ou deux près, le moment précis où un banc arrivera à une station donnée.

On prend alors les dispositions suivantes. On tend, depuis la terre jusqu'à une distance en mer de 900 m et plus, un filet désigné par un nom qu'on pourrait traduire en français par filet de choc ; à l'extrémité de ce filet, mais ne le touchant pas, est un filet carré immergé avec des filets accessoires servant à diriger le poisson sur lui. Lorsque le banc approche, un bateau remorquant un filet-poche pouvant contenir 100 t de poisson ou même plus prend position au large du filet immergé, un autre bateau étant à côté. Les harengs arrivant en masses serrées, dont tout ce que nous voyons d'analogue en Europe ne donne qu'une faible idée, sont détournés par le filet de choc et dirigés sur le filet immergé. A mesure que celui-ci se remplit, les hommes du bateau le vident, par une

ouverture qu'on peut fermer à volonté, dans le filet-poche remorqué, et répètent cette manœuvre jusqu'à ce que ce filet soit plein, après quoi un autre bateau remplace le premier. Celui-ci est amené à terre avec toutes les précautions nécessaires pour éviter que la rencontre d'un rocher immergé ne crève le filet-poche et ne fasse perdre le poisson. A l'arrivée au bord, on vide le filet et on met le poisson dans un enclos formé par des lattes de 2 m de hauteur, sur un des côtés duquel sont installées sur des foyers un certain nombre de chaudières cylindriques en fer de 1,20 à 1,50 m de diamètre. On sort le poisson en déplaçant les lattes et on en remplit les chaudières. Quand il est cuit, on le met dans des presses en bois de 0,75 m de côté sur 0,60 m de hauteur, dont les côtés et le fond sont formés d'ardoises laissant entre elles des intervalles de 6 mm environ. On place un plateau sur le haut et on presse au moyen de leviers. L'eau et l'huile s'échappent par les intervalles dont il vient d'être question et tombent sur un plancher en bois d'où un conduit les mène à un réservoir. Ce réservoir est partagé en deux par une cloison qui s'élève au deux tiers de la hauteur. Le conduit d'amenée arrive au premier compartiment; lorsqu'il est rempli, l'huile qui surnage s'écoule dans le second compartiment, laissant dans l'autre l'eau et les substances plus lourdes. On met l'huile dans des tonneaux et elle est prête à être expédiée.

Jusqu'ici on a procédé de cette manière, mais on va déjà améliorer un peu cette méthode grossière en filtrant l'huile par son passage à travers un grossier papier japonais avant de la mettre en barils. Quant au résidu qui, après le pressage, forme une masse rectangulaire compacte, on le casse en petits morceaux qu'on fait sécher au soleil sur des lits de paille. L'engrais, une fois séché, est emballé avec de la paille et prêt à être employé. On voit, par la brève description qui précède, combien on perd de matière par ces méthodes grossières. L'introduction de machines modernes dans la manipulation du poisson permettrait d'augmenter dans une large mesure les produits utiles de cette fabrication. Mais tant que le gouvernement russe n'admettra pas des mesures plus libérales donnant quelques garanties à ceux qui seraient tentés de mettre des capitaux dans l'industrie des pêches sur les côtes de la Sibérie, il est peu probable qu'elle arrive à prendre l'extension dont elle serait susceptible.

Le chauffage naturel. — La ville de Boise, qui compte 15.000 habitants et qui est la capitale de l'État d'Idaho, aux États-Unis, est entièrement chauffée par des sources d'eau chaude. Cette localité est très sujette à d'abondantes chutes de neige et, en hiver, la température y descend fréquemment à 30 et 35° C. au-dessous de zéro, de sorte que les dépenses de chauffage étaient une lourde charge pour les habitants. Un certain colonel Henry C. Demming émit l'idée d'obtenir le chauffage des magasins et des habitations au moyen de la chaleur terrestre. On se mit, en conséquence, à creuser un certain nombre de puits. Un forage de 300 m de profondeur donna de l'eau à 50° C., un autre de 375 m de l'eau à 62°5, un de 450 m de l'eau à 70 degrés et, enfin, un puits de 61 m de l'eau à 104°6.

Une partie de l'eau chaude sert à l'arrosage des rues; une conséquence de cette pratique est que, dans la ville, les feuilles commencent à pousser aux arbres dans la ville dès le mois de mars. L'eau chaude recueillie dans un réservoir passe dans des canalisations qui circulent dans les édifices publics, les magasins et les maisons particulières et les chauffent.

On estime que la dépense avec ce chauffage emprunté aux sources de la nature ressort au cinquième seulement du coût du chauffage obtenu avec les combustibles les moins chers. Ces renseignements sont donnés par le *Gesundheits-Ingenieure*.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

SEPTEMBRE 1904.

Unification des filetages. — Note sur un projet tendant à l'unification des petites vis d'un diamètre inférieur à 6 mm.

On sait que le système international adopté définitivement au Congrès de Zurich ne s'applique pas aux petites vis. On a cherché à appliquer à celles-ci un système d'unification.

Le Syndicat professionnel des industries électriques a pris l'initiative, dans le courant de 1903, d'un projet dans ce sens. Les bases en sont indiquées dans un rapport de notre collègue, M. E. Sartiaux, Président de ce Syndicat, rapport contenu dans l'étude dont nous nous occupons ici. On y trouve également les résumés des rapports de MM. Bariquand et Marre et de M. E. Sauvage sur la même question.

Notes de mécanique. — Une installation moderne de machines à vapeur. — Essais des locomotives à l'Exposition de Saint-Louis. — Les chaudières à tubes d'eau sur les navires de guerre, d'après le rapport de l'Amirauté anglaise.

ANNALES DES MINES

5e livraison de 1904.

Rapport à M. le ministre des Colonies sur **les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie**, par M. E. GLASSER, Ingénieur des Mines *(suite)*.

Nous renvoyons au résumé de ce travail donné dans le Bulletin de mars 1904, page 396.

La production du charbon dans l'Inde en 1902.

L'Inde a produit dans l'année 1902 un total de 7 434 000 t de charbon, alors qu'elle n'en produisait, en 1880, qu'un million de tonnes. Dans les sept dernières années, notamment, la production a plus que doublé. Les exploitations les plus importantes sont dans le Bengale: elles se répartissent entre vingt-six Sociétés par actions, dont trois fournissent à elles seules tout près de 2 millions de tonnes, soit plus du quart du total.

Outre cette production presque entièrement consommée dans le pays, car il n'a été exporté, la même année, que 430 000 t, il a été importé,

presque tout de Cardiff, 258 000 t, de sorte que la consommation totale de l'Inde s'élève à 7 260 000 t, dont les chemins de fer ont employé le tiers.

6e livraison de 1904.

Rapport à M. le ministre des Colonies sur **les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie**, par M. E. Glasser, Ingénieur des Mines *(suite)*.

8e livraison de 1904.

Commission des substances explosives. — **Rapport sur l'effet des détonateurs** en raison de leur composition fulminante.

A la suite de la constatation de nombreux ratés de détonation constatés dans les mines et des inconvénients qui en résultent dans les mines à grisou, on a été amené à rechercher si la composition des détonateurs où souvent une faible quantité de fulminate est associée à de l'acide picrique n'y est pas pour quelque chose, en d'autres termes, si ces détonateurs composés sont équivalents à des détonateurs en fulminate pur.

Pour répondre à cette question, la Commission a réuni des détonateurs de types variés dont elle a étudié la composition et a comparé les effets, d'abord dans des essais théoriques, puis dans des essais pratiques d'amorçage d'explosifs.

Les essais ont fait voir qu'au point de vue de l'efficacité les détonateurs composés ne sont pas inférieurs aux détonateurs au fulminate pur, mais qu'au point de vue de la régularité, certains détonateurs sont très défectueux. Il conviendrait donc, pour obtenir des garanties sérieuses au point de vue de l'amorçage des explosifs, de contrôler la régularité des détonateurs plutôt que de faire choix de compositions fulminantes déterminées.

Les charbons du Japon, du Petchili et de la Mandchourie. Notes de voyages, par M. Ch. Heurteau, Ingénieur des Mines.

Le Japon est le grand État producteur de charbon dans l'Extrême-Orient, et, bien que l'industrie se soit développée très vite dans ce pays, la consommation intérieure n'a pu absorber la production, et l'exportation qui ne se montait qu'à 200 000 t en 1888 était de 3 millions en 1902. Cette exportation se fait vers les grands ports de la côte asiatique de Vladivostok, Singapour et même au delà.

La note décrit les principaux gisements, les modes d'exploitation et donne le prix de revient du charbon qui peut arriver à 5 et 7 f sur le carreau de la mine et à 10 f rendu dans les ports.

Le Petchili et la Mandchourie contiennent de nombreux affleurements dont les Chinois ont tiré depuis longtemps de la houille et de l'anthracite pour les besoins domestiques, mais il n'y a guère d'exploité industriellement dans le Petchili que le bassin de Kaïping qui a produit, en 1902, plus de 700 000 t de houille. Mais l'importance en est toute locale et il n'est pas à prévoir que l'exportation s'accroisse beaucoup.

Quant aux gisements de la Mandchourie, ils sont nombreux, mais l'extraction ne s'élevait encore l'année dernière, pour les deux centres les plus importants, qu'à 55 000 t. On prévoyait pour l'avenir la création à Fou-choun, d'une exploitation de 160 000 t destinée à assurer la consommation du chemin de fer de l'Est chinois pendant les premières années à venir, pour un trafic très peu actif sur la section Kharbine-Dalny. Au delà de Kharbine, le bois devait être brûlé seul pendant longtemps encore.

Note sur les accidents causés par la **rupture des tubes de niveau d'eau** des chaudières, par M. L. Bochet, Ingénieur en Chef des Mines.

Les bulletins officiels des accidents d'appareils à vapeur ne font mention que des accidents survenus aux chaudières mêmes et ne parlent pas de ceux arrivés aux appareils accessoires et notamment à ceux de sûreté.

Parmi ces derniers, les plus fréquents sont dus aux ruptures de tubes de niveau d'eau surtout sur les locomotives depuis que les pressions sont devenues plus élevées. Ainsi, sur le réseau P.-L.-M. en 1900, on a constaté trois accidents de ce genre, en 1901, 4 et en 1902, 19. De plus, sur ce total de 26 accidents, on en relève 24 sur des chaudières timbrées à 15 kg. La constatation est encore plus intéressante sous la forme suivante : pour les trois années considérées, le nombre d'accidents pour 1 000 locomotives timbrées à 11 kg et au-dessous étant de 0,28, il est de 17,2 par 1 000 locomotives pour celles timbrées à 15 kg.

On doit donc recommander, outre les protecteurs en tôle des tubes de niveau, la commande à distance des robinets et l'emploi de billes obturatrices automatiques.

Note sur les **dégagements instantanés d'acide carbonique** dans le bassin houiller du Gard, par M. Dougados, Ingénieur en Chef des Mines.

Deux mines seulement du bassin du Gard semblent avoir le privilège des dégagements instantanés d'acide carbonique : le puits Fontanes des mines de Rochebelle et le puits de l'Arbousset de la concession de Trelys et Palmesalade.

La note fait l'historique des dégagements de chacun de ces puits dont le premier remonte à 1879 et indique les précautions qui ont été prises pour prévenir le retour des accidents consécutifs à ces dégagements, notamment des règlements de la part de l'Administration. Dans l'état actuel de nos connaissances sur la question de la répartition de l'acide carbonique dans le bassin du Gard, on ne peut que recommander les plus grandes précautions dans les travaux de recherche.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 35. — *27 Août 1904.*

L'Exposition universelle de Saint-Louis, par Fr. Frölich.

Locomotive-tender à grande vitesse pour lignes accidentées, construite par Henschel et fils à Cassel.

Expériences sur la résistance des tôles d'acier aux températures ordinaires et aux hautes températures, par C. Bach.

Le pont de Williamsburg, sur l'East River à New-York, par K. Bernhard *(fin).*

Groupe d'Alsace-Lorraine. — Indicateur optique d'Otto Schulze.

Revue. — Tour pour tourner les tiges de traction et les tampons de choc. — Statistique des chemins de fer électrique en Allemagne. — Gabarit du matériel roulant des Chemins de fer de l'Amérique du Nord. — Traverses de chemin de fer en ciment armé.

N° 36. — *3 Septembre 1904.*

Exposition universelle de Saint-Louis. — Les chemins de fer, par Fr. Gutbrod.

L'Exposition universelle de Saint-Louis, par Fr. Frölich *(suite).*

Expériences sur la résistance des tôles d'acier aux températures ordinaires et aux températures élevées, par C. Bach *(fin).*

Groupe de Siegen. — Chemin électrique sans rail à Grevenbruck. — L'usine Charlotte à Niederschelden. — Procédé de fusion de la Société Cologne-Musen. — Voyage dans l'Afrique Orientale Allemande.

Bibliographie. — Essai au laboratoire des machines à courant continu, par C. Kingbrunner.

Revue. — Rapport de la Commission d'expériences sur les chaudières à tubes d'eau de la marine anglaise. — Résultats de service d'une locomotive à marchandises à vapeur surchauffée sur les Chemins de fer de l'État prussien. — Table à dessin à orientation facultative.

N° 37. — *10 Septembre 1904.*

Exposition de Saint-Louis. — La distribution des courants électriques, par Cl. Feldmann.

L'Exposition universelle de Saint-Louis, par Fr. Frölich *(fin).*

Rabotage et fraisage, par G. Schlesinger.

Nouveau moteur à collecteurs pour courant alternatif monophasé, par Cl. Feldmann *(fin).*

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Installation d'aspirateurs pour l'enlèvement de la poussière et de la limaille.

Bibliographie. — Contribution à l'étude, la théorie et la critique des machines à moissonner par A. Nachtweh.

Revue. Installation pour l'incinération des ordures ménagères à Shoreditch. — Concours pour des automobiles destinées aux colonies allemandes. — Recherches sur la granulation des laitiers de hauts fourneaux par leur projection dans l'eau. — Essais de vitesses de bateaux avec moteurs à explosion en Angleterre. — Passerelle suspendue de 156 m de portée. — Exploitation du chemin de fer électrique de la Valteline.

N° 38. — *17 Septembre 1904.*

Laminoirs pour doubles T de la Friedenshütte, par Fr. Frölich.

Accident survenu pendant la construction du pont Maximilien à Münich, par W. Dietz.

Le chemin de fer sur route Saint-Gall-Speicher-Trogen, par S. Herzog.

Tables thermodynamiques pour turbines à vapeur, par R. Proell.

Groupe du Wurtemberg. — Les devoirs d'un Ingénieur. — Les corrosions dans les chaudières à vapeur et leurs causes.

Bibliographie. — Essais dans les stations centrales d'électricité sur des machines à vapeur et des moteurs à gaz, par Lehmann-Richter.

Revue. — Société de construction navale de Flensburg.

N° 39. — *24 Septembre 1904.*

Les turbines à vapeur américaines, par Cl. Feldmann.

Le vapeur pour transport de voyageurs et marchandises *Prinz Sigismund* construit par la Société des Chantiers et Ateliers Neptun à Rostock, par W. Kaemmerer.

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite)*.

Nouveau parachute système Hoppe, par W. Gentsch.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Le soudage des rails.

Groupe de Hambourg. — Lampe à incandescence à alcool Monopol.

Groupe de la Lenne. — La navigation aérienne.

Groupe du Bas-Weser. — Le pallographe de Schütte (appareil pour mesurer les oscillations d'un navire).

Groupe du Wurtemberg. — Lequel est préférable du béton humide, plastique ou préparé à sec? — Arche d'essai en béton de la fabrique de ciment de Stuttgart.

Bibliographie. — Principes de la sidérologie, par le baron H. de Jüptner. — Manuel de Métallurgie de C. Schnabel.

Revue. — Congrès des chemins de fer secondaires et tramways à Vienne. — Le pont de l'Amstel à Amsterdam. — Nouvelles usines métallurgiques aux États-Unis. — Assemblée générale des représentants des Écoles techniques supérieures, Universités, etc., à Münich.

N° 40. — *1er Octobre 1904.*

Nouvelles locomotives pour trains de banlieue, par Metzeltin.

Les turbines à vapeur américaines, par Cl. Feldmann *(fin)*.

Les cales de construction de la Société Vulcan, à Stettin.

Les écoles techniques moyennes, par A. Lippmann.

Les machines d'extraction des puits Alexandre et Max, par W. Gentsch.

Groupe de Bavière. — Langage universel. — La question industrielle dans les colonies allemandes.

Groupe de Bochum. — Dangers du manque d'eau dans les chaudières et moyens d'y remédier.

Groupe de Francfort. — Une forme de courbe applicable dans l'industrie.

Groupe du Schleswig-Holstein. — L'ozone et son emploi pour rendre les eaux potables.

Bibliographie. — Moyens techniques pour la manutention et l'emmagasinage des produits en grandes masses, par M. Buhle. — Les métaux, par B. Humann. — Tables pour le calcul des poutres des ponts métalliques des Chemins de fer de l'État prussien, par F. Dirksen.

Revue. — Essais sur des grues électriques et des grues hydrauliques au port de Middlesbrough. — Dépense de vapeur des turbines de la station centrale d'électricité de Francfort.

N° 41. — *8 Octobre 1904.*

Laboratoire de mécanique de la nouvelle école technique supérieure de Dantzig, par Josse.

Bibliographie. — Pratique des ateliers aux États-Unis, par P. Müller.

Revue. — Régulateurs de turbines, par A. Bachert. — Pont roulant de la fabrique de machines de Benrath. — Pompe express de la Société Générale d'Électricité de Berlin.

Pour la Chronique et les Comptes rendus :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IIe SECTION

L'Aide-mémoire de l'automobile, par J. de Pietra-Santa (1).

Ce petit livre ne renferme aucun des renseignements techniques dont le mécanicien d'automobiles a besoin lorsque son moteur s'arrête ou qu'il fonctionne mal. Mais il est le manuel que les propriétaires de voitures et de canots auront constamment sous la main.

Classant par ordre alphabétique les lois, décrets et réglementations un peu touffus qui existent à ce jour, il permet de se référer instantanément à la conduite à tenir en cas d'ennui. Et les ennuis ne manquent pas au chauffeur.

Sommes-nous acheteurs d'une voiture, nous y trouverons de suite les formalités de déclaration, la mention des droits à payer.

Avons-nous une contravention? Le petit livre à la lettre C nous renseigne sur les conditions dans lesquelles elle peut être dressée et par qui, etc., etc.

Mais ce livre n'est pas déplacé non plus entre les mains des agents de l'autorité.

Il leur indique, d'une façon précise, la conduite à tenir vis-à-vis de ces automobilistes qu'ils considèrent trop souvent comme des ennemis du genre humain, et les empêche de leur appliquer des mesures trop souvent fantaisistes et vexatoires.

En un mot, c'est une brochure utile qui vient à son heure et qui est à sa place entre toutes les mains.

Manuel pour les automobiles de Dion-Bouton,
par le comte Mortimer-Mégret (2).

Ce manuel renferme, classés méthodiquement, des conseils et des croquis relatifs à la conduite, le réglage, l'entretien, le démontage et le remontage des voitures de Dion-Bouton.

A une époque où un organisme aussi complexe qu'une voiture automobile est mis entre les mains de n'importe quelle personne n'ayant aucune connaissance en mécanique, il convient de faire l'éducation des chauffeurs et des propriétaires de véhicules.

A cet effet les constructeurs agissent dans leur intérêt en publiant des manuels assez complets pour permettre au profane sinon de réparer, du moins de se rendre compte de la réparation à effectuer.

(1) In-12, 185 × 120, de 110 p. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix, broché : 2,50 f.

(2) In-16, 155 × 115, de 208 p. avec 32 fig. Chez l'auteur, château d'Epluches, par Pontoise (S.-O.). 1904. Prix, cartonné : 7 f.

Le chauffeur qui a déjà possédé d'autres voitures y apprendra les différences qui caractérisent son nouvel instrument et il évitera de longs et pénibles tâtonnements. Il évitera surtout d'envoyer hors de propos à l'usine des pièces qu'il peut réparer lui-même.

Certes, un tel manuel quelque parfait qu'il soit, ne peut suppléer à l'expérience que donne la route, mais il aide à l'acquérir plus vite et plus rationnellement, et c'est à ce point de vue que ce manuel nous paraît très utile.

IIIe SECTION

La pratique des machines à bois, par M. Siden (1).

L'ouvrage de M. Siden est écrit par un praticien pour des praticiens, auxquels il donne, en fort bons termes, d'excellents conseils. Ce n'est pas un traité des machines à bois, et ceux qui ne connaissent ni ne pratiquent ces machines auraient une certaine peine à saisir la portée des nombreuses observations et remarques de l'auteur; elles n'en seront pas moins très utiles aux lecteurs auxquels elles sont destinées.

Éléments de la théorie des groupes abstraits,
par J.-A. de Séguier, docteur ès sciences (2).

Les groupes abstraits sont des groupes où l'on fait abstraction des éléments qui les composent. On conçoit donc que leur théorie doive être beaucoup plus générale que celles qui sont développées dans les branches particulières des Mathématiques, en Arithmétique, en Algèbre, en Analyse, en Géométrie.

Ainsi, les nombres naturels étant définis, c'est comme éléments de groupes que vont se présenter les nombres négatifs et rationnels, les imaginaires de Galois et les nombres algébriques. On s'élèvera ensuite à l'étude des corps algébriques, des groupes abéliens et hamiltoniens, etc.

M. de Séguier s'est proposé de donner les éléments de cette théorie d'ensemble, encore en voie de formation, théorie dont la généralité même est d'un puissant attrait pour les amateurs de philosophie mathématique. Mais il va sans dire que nos Collègues ne sauraient trouver dans ces hautes généralisations des méthodes nouvelles pour les besoins de la Mécanique appliquée.

R. Soreau.

(1) In-8°, 250 × 165, de 340 p. avec 38 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix : broché, 12 fr. 50.

(2) In-8°, 255 × 165 de II-176 p. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix : broché, 5 f.

Les Instruments de précision en France. Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers, le 15 mars 1904, par M. M. d'OCAGNE (1).

Cette conférence donne des notions forcément très écourtées, mais fort claires, sur presque tous les appareils qui intéressent plus ou moins les mesures et opérations de précision mécaniques, physiques ou mathématiques : mesures des longueurs, des angles, des distances; appareils de géodésie et d'astronomie; mesure du temps et des masses, des températures, et même sur les machines à calculer. Sa lecture donne bien l'idée de l'immense effort tenté, en tant de directions, vers une précision de plus en plus approchée, indispensable au progrès des sciences expérimentales.

La mécanique. Exposé historique et critique de son développement (2), par Ernst MACH.

Le beau traité de M. Ernst Mach mérite d'être lu par tous les Ingénieurs : ils y trouveront un exposé lumineux des principes fondamentaux de la mécanique et de l'observation des faits qui ont servi à établir ces principes.

L'auteur n'est pas tombé dans les défauts que l'on peut reprocher à beaucoup d'ouvrages modernes : il n'a pas posé les principes de mécanique comme des axiomes géométriques indiscutables et indiscutés; il n'a pas considéré la mécanique comme une science d'abstractions pures dont toutes les parties s'enchainent et se déduisent les unes des autres par une suite de raisonnements rigoureux, et sans jamais tenir compte de l'observation.

Au contraire, M. Mach pense que les observations accumulées depuis des temps immémoriaux sont les bases fondamentales des principes de mécanique qu'il résume.

Il écrit : « J'ai déjà exposé mon opinion sur la nature de toute science, » qui est de la considérer comme une économie de la pensée, et » longtemps avant que l'on n'ait pensé à une théorie. dans le sens » actuel de ce mot, l'on rencontre des outils, des machines, des expé» riences et des connaissances mécaniques. »

L'auteur va même plus loin : il montre que l'économie de la pensée ne peut résulter que d'observations pratiques ayant pour but la diminution des efforts corporels : « Primitivement, toute économie ne se » préoccupe que de la satisfaction des besoins corporels. »

C'est en considérant toujours la mécanique comme une science d'observation pure, et les principes de la mécanique comme des moyens d'économie de pensée que M. Mach nous montre le développement de cette science depuis l'antiquité jusqu'à nos jours : il nous en rappelle

(1) In-8°, 250 × 165, de 70 p. avec 22 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

(2) In-8°, 255 × 165, de IX-499 pages, avec 233 fig. Paris, A. Hermann, 1904. Prix : broché, 15 francs.



les humbles origines, la croissance rapide avec Newton et Huygens et son épanouissement actuel, grâce à nos modes plus perfectionnés de calcul et grâce à nos moyens d'observation.

Il étudie successivement le *Développement des principes de la statique*, le *Développement des principes de la dynamique*, l'*Extension des principes*, le *Développement formel de la mécanique*, les *Rapports de la mécanique avec les autres sciences*, et enfin un *Examen de quelques objections*.

Dans tous ces chapitres, l'unité de pensée et d'exposition est remarquable : M. Mach ne perd pas un seul instant de vue l'interdépendance des faits et des théories ou conceptions.

Lorsqu'il analyse les œuvres des penseurs du siècle dernier, il montre, chaque fois qu'il le faut, la corrélation entre leurs travaux et ceux de leurs prédécesseurs : c'est ainsi qu'il ramène le principe du théorème de Gauss aux travaux de d'Alembert et de Lagrange.

Lorsqu'il passe à l'étude de la mécanique, telle qu'elle est comprise de nos jours, l'auteur ne se lasse pas de proclamer que, malgré l'accumulation des faits d'observation, l'on doit continuer à observer sans cesse. C'est ainsi qu'il dit : « En fait, la science ne peut arriver à rien par la » simple observation du *particulier* lorsqu'elle ne jette pas de temps en » temps un regard sur l'*ensemble*. Les lois de la chute des corps de » Galilée, le principe des forces vives de Huyghens, celui des déplace- » ments virtuels, et même le concept de masse ne peuvent être acquis, » ainsi que nous l'avons montré plus haut, que par la considération » alternative du fait particulier et de l'ensemble des phénomènes na- » turels. Dans la représentation mentale des phénomènes mécaniques, » on peut partir des propriétés des masses particulières (des lois élémen- » taires), et composer l'image du phénomène, mais on peut aussi s'en » tenir aux propriétés du système total (aux lois intégrales). Les pro- » priétés d'une masse impliquent toujours des relations de celles-ci avec » d'autres masses; ainsi la vitesse et l'accélération impliquent une re- » lation avec le temps et par là avec l'univers entier; on voit donc qu'il » n'existe pas de loi *purement* élémentaire. Il serait donc contradictoire » d'exclure comme moins certain le regard cependant nécessaire sur » l'ensemble et sur les propriétés générales. Nous nous bornerons à » exiger d'un principe nouveau des *preuves d'autant meilleures* qu'il est » plus général et que sa portée est plus grande, et cela à cause de la » plus grande possibilité d'erreur. »

L'auteur recherche constamment le côté pratique — on pourrait même dire usuel — des théories qu'il étudie. C'est ainsi que lorsqu'il parle de Hertz qui « ne fait usage que d'un principe fondamental unique qui » peut être conçu comme une combinaison du principe de l'inertie et » du principe de la moindre contrainte de Gauss », il reconnait, malgré son admiration pour les conceptions de Hertz que « ce système formel » de mécanique mathématique, non seulement n'explique pas les pro- » blèmes physico-mathématiques, mais les néglige au contraire tout à » fait. »

Aussi, conclut-il que, « comme programme idéal, la mécanique de » Hertz est plus belle et d'une plus grande unité que la mécanique or- » dinaire, mais celle-ci l'emporte dans les applications, ainsi que Hertz

» lui-même le reconnait avec cette grande sincérité qui le caractérise ».

Telles sont, rapidement résumées, quelques-unes des idées principales contenues dans ce beau livre que liront avec fruit tous ceux de nos Collègues qui estiment que l'art de l'ingénieur comporte l'étude constante des faits d'observation et des principes qui en découlent.

CHASSELOUP-LAUBAT.

Les Motocyclettes, leur mécanisme, leur emploi raisonné, leurs réparations, par MM. BAUDRY DE SAUNIER et CATOUX (1).

La motocyclette, dont les premiers essais remontent à Otto (1881) et à Wolfmuller et Geisenhof, en 1894, est devenue un appareil des plus pratiques pour les personnes agiles et de sang-froid, nombreuses, paraît-il, car la motocyclette se répand avec un succès des plus remarquables. Le petit ouvrage de MM. de Saunier et Catoux vient donc bien à son heure pour fournir les renseignements indispensables à la conduite prudente et l'entretien de ces intéressants véhicules. Il le fait dans un style clair, illustré de nombreuses gravures démonstratives.

Le succès de ce livre n'est pas douteux ; aussi me permettrai-je de conseiller, pour la prochaine réédition, de ne plus intercaler d'annonces dans le corps même de l'ouvrage, sur le verso du texte même ; c'est fort disgracieux et cela donne à cet ouvrage impartial un aspect de réclame des plus fâcheux.

Publications of the Earthquake Investigation Committee 1901-1904. Tokyo (2).

Le Japon est l'une des contrées les plus éprouvées par les tremblements de terre, au point que le gouvernement impérial n'a pas hésité à constituer une Commission permanente d'études de ces phénomènes. Une partie des travaux de cette Commission ont été traduits en anglais, en de nombreux fascicules, tous fort intéressants pour la physique du globe.

Quelques-uns présentent aussi un intérêt tout spécial pour les architectes et les ingénieurs : tels sont les fascicules 9, 12, 15 (1902, 1903 et 1904), qui renferment d'importantes observations sur la stabilité des constructions : cheminées, colonnes... les vibrations de ponts et de leurs piles et celles des voitures de chemins de fer.

Théorie générale du mouvement varié de l'eau dans les tuyaux de conduite, par M. L. ALLIEVI (3).

Le problème du mouvement varié de l'eau dans les tuyaux de conduite n'a été que récemment l'objet de recherches systématiques.

(1) In-8°, 190 × 130, de 264 p. avec 113 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix : cartonné, 6 francs.

(2) In-8°, 260 × 180.

(3) In-8°, 320 × 225, de 47 p. Paris, Vve Ch. Dunod. Prix : broché, 2 francs.

M. Allievi présente, dans son travail, les formules générales déduites des équations différentielles du mouvement varié, puis étudie successivement le coup de bélier simple ou direct, le coup et le contre-coup de bélier dans un tuyau de longueur donnée, le coup de bélier dans un tuyau incliné, le coup de bélier négatif, l'influence des chambres ou matelas d'air. Les différentes lois qu'il énonce auront, dans la pratique, des applications de première importance, principalement pour l'établissement des tuyaux d'amenée des hautes chutes.

Ve SECTION

L'Année technique (1903-1904), par M. A. Da Cunha (1).

Nous présentons à nos Collègues, comme nous l'avons déjà fait précédemment, la publication que M. Da Cunha a entreprise depuis plusieurs années, dans le but de faire connaître les faits les plus intéressants concernant les sciences et l'industrie qui se sont produits dans l'année.

Les questions traitées dans le nouveau volume se rapportent à la locomotion, aux applications de la physique expérimentale, aux travaux publics, à l'éclairage et au chauffage, à la physiologie et à l'hygiène, etc.

Les sujets sont bien choisis et traités avec une grande clarté; nous croyons donc pouvoir recommander l'ouvrage à l'attention de nos Collègues, et cela d'autant plus, qu'une haute autorité, M. H. Moissan, dans une préface qu'il a écrite pour ce livre, le qualifie de « plein de charme et d'intérêt ». Nous ne saurions rien dire qui vaille cette appréciation de l'éminent membre de l'Institut.

A. M.

VIe SECTION

La technique des courants alternatifs, à l'usage des électriciens, contremaitres, monteurs, par Giuseppe Sartori (Traduit de l'italien par J.-A. Montpellier). — *Tome premier.* — *Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif* (2).

L'étude, même élémentaire, des courants alternatifs ne peut être entreprise sans l'emploi de la géométrie et de l'analyse mathématique.

L'établissement, l'analyse et la combinaison des courbes représentatives des phénomènes périodiques, ainsi que la détermination exacte des différentes quantités instantanées ou périodiques qui caractérisent ces phénomènes, nécessitent des connaissances générales assez étendues.

Si ces connaissances font défaut ou sont restreintes, il est impossible

(1) In-8° 285 × 185, de VIII-303 pages, avec 142 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1904. — Prix broché : 3,50 f.

(2) In-8°, 250 × 165, de x-472 p. avec 259 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix broché : 15 f.



de se faire une idée de la technique des courants alternatifs, et on s'arrête dès l'abord de cette étude. C'est ce qui décourage nombre d'Ingénieurs non spécialistes, et qui essayent de se mettre au courant.

L'ouvrage de M. Sartori a pour but de faciliter la tâche à ces derniers, ou du moins à ceux qui manquent des ressources techniques nécessaires pour aborder cette étude comme nous la comprenons plus haut.

L'auteur a fait un effort méritoire et continu dans tout le cours de ce premier volume, pour éliminer tout ce qui ne lui paraissait pas élémentaire comme procédé de démonstration, et pour développer l'idée physique. Nous n'avons remarqué aucune inexactitude, ni aucun à peu près de ce chef, comme on en rencontre trop souvent dans la recherche de procédés élémentaires de démonstration. Cet ouvrage pourra donc être lu et consulté assez facilement en raison de son caractère élémentaire, physique et précis.

Toutefois, nous estimons que le travail important développé par M. Sartori pour arriver à un exposé dont nous reconnaissons bien volontiers les qualités, ne dispense pas ses lecteurs d'une somme de connaissances qui ne sont pas du domaine ordinaire d'un contremaître ou d'un monteur, du moins quant à présent et dans le cas général, mais que possèdent la plupart des Ingénieurs.

Étude sur les distributions d'énergie électrique pour force motrice (1), par L. Saint-Martin, Ingénieur civil.

L'auteur donne tout d'abord quelques généralités sur les applications industrielles de l'électricité. Il examine ensuite les conditions actuelles d'exploitation des stations centrales. De la comparaison des prix de revient obtenus dans les grandes installations, aux prix de revient de la force motrice chez les particuliers, l'auteur conclut à la création, dans les diverses régions industrielles françaises, de grandes stations génératrices d'électricité judicieusement placées, alimentées, suivant les cas, soit par la houille noire, soit par la houille blanche et destinées à la distribution de l'énergie électrique dans un rayon maximum d'une centaine de kilomètres.

Une série de tableaux donnant les résultats d'exploitation d'un grand nombre de stations centrales, complète cette intéressante étude.

P. S.

Électrotechnique appliquée. Cours professé à l'Institut électrotechnique de Nancy, par A. Mauduit, Ancien Élève de l'École Polytechnique, Ingénieur électricien (2).

« Les bons livres ne manquent pas actuellement en électrotechnique; aucun cependant ne nous a semblé remplir complètement le but que

(1) In-8°, 215 × 130 de 156 p. avec cinq annexes. Paris, J. Loubat et Cie, 1904. Prix : broché, 4 francs.

(2) In-8°, 250 × 165 de xvi-844 p., avec 557 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix, broché : 25 francs.

nous nous étions assigné ; les uns ne pénètrent pas assez à fond dans les détails de la pratique, les autres sont trop particuliers et ne traitent qu'une petite partie du programme. »

Ainsi s'exprime, dans sa préface, l'auteur de l'*Électrotechnique appliquée*.

Or, condenser en un seul volume, sous une forme suffisamment explicite, toute la matière de l'électrotechnique appliquée, constitue une véritable impossibilité, et s'il est, dans l'important ouvrage de M. Mauduit, des développements dignes de figurer dans les traités spéciaux, il y en a d'autres qui paraissent nécessairement resserrés, et qui gagneraient à passer, avec plus d'ampleur, dans un second volume.

Les quatre premiers et le dernier chapitres constituent l'ensemble d'un traité des plus complets du courant continu et du courant alternatif, des machines qui les produisent et les utilisent, des instruments de mesure et des essais.

Les quatrième et cinquième chapitres, qui traitent de l'éclairage, du transport de force et de la traction, ne peuvent donner qu'un aperçu résumé de ces différentes questions. Les deux cents pages de ces deux chapitres contiennent la substance d'un autre ouvrage.

Le traité de M. Mauduit est la reproduction des leçons de l'auteur à l'Institut Électrotechnique de Nancy : ces leçons s'adressent aux électriciens qui ont déjà reçu une instruction scientifique générale, ainsi que l'expose M. Blondel dans la préface.

Dans un index bibliographique publié en tête du volume, l'auteur indique les sources auxquelles il a été fait des emprunts, et parmi lesquelles on trouve en premier lieu les traités d'Eric. Gérard, de P. Janet, de Kapp, de S. Thompson, d'Arnold, les cours et conférences de l'École supérieure d'Électricité, et surtout, pour l'étude du courant alternatif, les travaux de M. Blondel.

La plupart de ces derniers ont paru à différentes époques dans des publications périodiques, et n'ont jamais été, au grand regret des électriciens, intégralement réunis.

Or, les études de M. Blondel ont contribué à fixer, dans une large mesure, la technique des courants alternatifs, et M. Mauduit aura rendu service aux électriciens en rapprochant, sous une forme importante, les principales théories qui portent le nom de M. Blondel.

L'exposé de M. Mauduit sera donc apprécié par les spécialistes : physiciens, ingénieurs constructeurs ou exploitant, qui pourront le posséder utilement dans leur bibliothèque.

Traité élémentaire des enroulements des dynamos à courant continu, par F. Loppé, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur d'électricité à l'École municipale professionnelle Diderot (1).

L'auteur « ayant été chargé du cours d'Électricité industrielle à l'École professionnelle Diderot, a dû traiter la question des enroulements

(1) In-16, 190 × 120, de VI-80 p. avec 14 fig. et 12 pl. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix broché : 2 f.

des dynamos à courant continu d'une manière simple et pratique, s'adressant à un auditoire peu habitué aux questions purement théoriques ».

Le traité de M. Loppé, en 78 pages et 12 planches hors texte, ne peut donner qu'un résumé des considérations géométriques élémentaires qui sont les bases des enroulements, ainsi que les tracés des principaux dispositifs de ceux-ci : enroulements en anneau ou en tambour bipolaires, enroulements multipolaires, avec connexions en parallèle, en série ou en série parallèle.

Si ce résumé est destiné à l'enseignement, il peut aussi être utilement consulté dans la pratique comme aide-mémoire pour le classement des enroulements et le numérotage des connexions.

La pose des lignes en bronze, cuivre, aluminium, abaques générales des tensions et des flèches (1), par E. Pierard, Ingénieur principal des Télégraphes.

Dans cette brochure, qui est le résumé d'une communication faite à l'Assemblée générale de la Société belge d'électricité, l'auteur, après avoir établi la formule liant la tension à la portée et aux facteurs mécaniques du fil, donne les abaques des tensions unitaires et des flèches pour des portées variables et entre les températures extrêmes de — 10 et + 40 degrés.

P. S.

Essais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes, par F. Loppé, Ingénieur des Arts et Manufactures (2).

L'ouvrage de M. Loppé contient un exposé des méthodes les plus généralement employées pour les essais des machines électriques à courant continu, et à courant alternatif, génératrices et réceptrices.

Cet exposé est développé avec une recherche de la simplicité et de la forme élémentaire qui en facilitera la lecture à tous ceux qui font usage de matériel électrique sans posséder les connaissances des spécialistes en cette matière.

A la fin du volume sont consignés, en annexes, quelques-uns des règlements relatifs aux essais des machines et appareils électriques, élaborés par différentes Associations techniques; ces dernières pages seront consultées avec fruit par les Ingénieurs qui ont à établir des contrats et des cahiers des charges.

L'étude des freins d'absorption (Prony) paraît résumée avec une concision qui tranche avec l'abondance de détails qu'on trouve d'autre part.

Il est vrai que, dans les essais électriques, le frein d'absorption n'est

(1) In-8°, 240 × 155 de 16 pages avec 8 figures. Paris, Vve Ch. Dunod. Prix : broché, 1 f.

(2) In-8°, 250 × 165 de 284 p., avec 129 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix, broché : 8 francs.

employé que quand on ne peut faire usage d'une des méthodes de récupération si intéressantes à tous égards, et son rôle est ainsi devenu mois important qu'autrefois.

La méthode d'essai des dynamos par *lancer et amortissement*, a été indiquée et employée par M. Marcel Deprez *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1884)*, dont le nom aurait pu être rappelé à cette occasion de priorité.

La méthode d'essais par groupe de deux dynamos identiques, de M. H. Fontaine, a été exposée en tête du même chapitre, qui comprend la méthode d'opposition de Hopkinson et ses dérivées : en fait, il n'y a de commun à ces méthodes que l'emploi de deux dynamos identiques, car leurs principes sont complètement différents.

La méthode de M. Fontaine ne suppose aucun accouplement électrique des machines en essai entre elles, ni aucune récupération ; la méthode de Hopkinson est tout entière dans cet accouplement et dans la récupération qui en résulte.

Parmi les méthodes dérivées de la méthode de Hopkinson, celle qui est le plus en usage est la méthode de M. Potier. Elle est aussi la plus facile à mettre en œuvre, et figure souvent parmi les conditions d'essais des cahiers des charges *(Nouveau Cahier des charges de la Marine)*. Son exposé devrait, logiquement, suivre immédiatement celui de la méthode primitive.

En résumé, l'œuvre de M. Loppé, qui rappelle les conférences de l'auteur à l'École supérieure d'Électricité, pourra être utilement répandue dans les milieux industriels, au point de vue des essais et au point de vue des contrats et des cahiers des charges.

Les Maladies des machines électriques, par Ernst Schulz. Traduit de l'allemand par A. Halphen, Ingénieur Électricien (1).

Cet ouvrage est un manuel élémentaire pour la conduite et l'entretien des machines électriques.

Les renseignements et les conseils qu'on y trouve dénotent, de la part de l'auteur, une connaissance et une appréciation de la pratique que gagneront à acquérir les monteurs et mécaniciens chargés d'installer et de surveiller des machines électriques.

Manipulations et Études électrotechniques *(Manuel pratique à l'usage des Ingénieurs-Électriciens et des Élèves des Écoles techniques)*, par L. Barbillion, Ingénieur-Électricien, professseur à l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble, sous-directeur de cet Institut (2).

L'ouvrage de M. L. Barbillion est à un traité d'électrotechnique géné-

(1) In-16, 180 × 110, de 90 p. avec 42 fig. Paris, V Ch. Dunod, 1904. Prix relié : 2,50 f.
(2) In-8°, 255 × 165, de VIII-304 p. avec 162 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix broché : 12,50 f.

rale ce que des répétitions, des exercices de calculs et de projets, et des manipulations sont à un cours.

Les sujets d'études et d'exercices sont judicieusement choisis parmi ceux qui exigent, pour la plupart des élèves, des éclaircissements au sortir de l'amphithéâtre.

L'usage des unités, la connaissance de l'ordre de grandeur des différentes quantités dans les cas de la pratique, des montages d'essais les plus simples et les plus répandus, les considérations élémentaires qui déterminent la marche à suivre pour l'orientation d'un projet, peuvent être acquis dans une assez large mesure par l'étude de cet ouvrage, dans lequel l'auteur a évité toute difficulté de nature à décourager les débutants.

Propriétés et essais des matériaux de l'électrotechnique (1), par De Pontcharra, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Dans cet ouvrage qui est une publication de l'*Encyclopédie scientifique des aide-mémoire*, l'auteur rappelle les propriétés générales et les applications des isolants des corps conducteurs et des matériaux magnétiques. Il étudie les méthodes d'essai à appliquer à ces corps, soit au laboratoire, soit à l'usine, et s'étend sur les essais à haute tension des isolateurs et des câbles armés.

P. S.

Instructions sur le montage des installations électriques jusqu'à 600 volts, rédigées par les Associations françaises de propriétaires d'appareils à vapeur ayant un service électrique (Amiens, Lyon, Nancy), par l'Association des Industriels du Nord de la France (Lille), et par l'Association normande pour prévenir les accidents (Rouen); 1903-1904.

Les prescriptions édictées dans ces instructions sont facilement réalisables; toute installation électrique normalement établie y satisfait naturellement. Toutefois, il était bon de réunir, en quelques articles rédigés clairement et judicieusement, l'exposé des conditions auxquelles doit satisfaire la pose des conducteurs électriques. Ces instructions seront donc utiles au personnel électricien et aux propriétaires d'installations électriques.

Ceci posé, nous nous permettrons de regretter que lesdites instructions aient cru devoir limiter à 400 volts la haute tension en courant continu, alors que l'*Instruction technique pour l'établissement des conducteurs d'énergie électrique*, élaborée et revue chaque année par le Comité d'électricité (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes), porte, avec raison, cette limite à 600 volts. Ces deux limites sont, il est vrai, arbitraires, mais, au point de vue de l'isolement

(1) In-8°, 190 × 120 de 152 pages avec 28 figures. Paris, Gauthier-Villars Masson et Cie, 1904. Prix : broché, 2,50 f.

(2) In-18, 185 × 105 de 38 p. Nancy, Berger-Levrault et Cie.

et de la distance explosible, les tensions en question sont très voisines, et, d'autre part, les installations sous tensions comprises entre 400 et 600 volts sont actuellement très répandues et, par l'usage qu'on en fait, pratiquement traitées comme des installations à basse tension.

Par contre, pour le courant alternatif, l'*Instruction technique* fixe à 120 volts la limite arbitraire de haute tension, tandis que les *Instructions des Associations en question* fixent cette limite à 200 volts. Dans le cas du courant alternatif, l'isolement et la distance explosive sont moins visés que la sécurité des personnes.

En ce qui concerne les lignes aériennes, l'*Instruction technique* fixe à 1 megohm l'isolement kilométrique d'une ligne à basse tension, et à 5 megohms l'isolement kilométrique à haute tension; les *Instructions des Associations* fixent la valeur de l'isolement kilométrique à 10 000 E.

Nous préférons les valeurs de l'*Instruction technique*, et nous estimons qu'il eût été préférable, à tous égards, de les reproduire simplement.

Manuel pratique de polissage et de dépôts galvaniques (1), par J. Loubat et L. Weill.

La première partie de cet ouvrage est consacrée au polissage des métaux, fer, acier, fonte, cuivre, nickel, zinc. La deuxième partie traite des dépôts galvaniques : nickelage, auquel les auteurs consacrent plus de 130 pages; dorure; argenture; coloration des métaux. En résumé, livre à consulter par tous ceux qui, directement ou indirectement, s'occupent de ces questions.

P. S.

Étude sur les résonances dans les réseaux de distribution par courants alternatifs, par G. Chevrier, Ingénieur à la Compagnie du Secteur de la Rive gauche de Paris (2).

Le travail de M. G. Chevrier peut être considéré comme une étude élémentaire préparatoire à l'étude des cas complexes de résonances qu'on rencontre dans la pratique.

Avant d'aborder l'analyse de ces cas complexes, il est indispensable de reprendre et de coordonner les propositions classiques concernant les mouvements oscillatoires d'ordre mécanique, puis celles qui concernent les mouvements oscillatoires d'ordre électrique, et qui présentent une grande analogie avec les précédentes, et d'appliquer ces propositions aux cas élémentaires de résonances dans les circuits de distribution.

C'est cet exposé qu'a entrepris M. G. Chevrier, avec une correction et une simplicité qui permettront aux électriciens d'acquérir facilement les éléments indispensables pour suivre la discussion actuellement ouverte sur ce sujet à la Société internationale des Électriciens.

(1) In-8°, 185 × 115 de 246 p. avec 54 fig, Paris, J. Loubat et Cie, 1904. Prix : broché, 4 francs.

(2) In-8°, 230 × 104 de 76 p., avec 9 fig. Paris, *L'Éclairage électrique*, 1904.

La capacité des câbles isolés parcourus par du courant alternatif, les harmoniques engendrés par les alternateurs et les récepteurs, les ouvertures et fermetures des circuits, constituent autant de causes de résonances qui peuvent mettre en péril l'isolement de toutes les parties d'un réseau, si considérable qu'il soit.

Il est donc indispensable que le choix des éléments d'un réseau et l'étude de leur protection contre les élévations de tension dues aux résonances puissent être effectués avec une marge de sécurité fixée rigoureusement à l'avance.

En réalité, cette rigueur ne peut encore être atteinte, mais les études du genre de celle de M. Chevrier, et de celles qu'on poursuit ailleurs, contribueront à préciser l'analyse des phénomènes, et à la faire entrer dans le domaine de la pratique.

La Télégraphie sans fil, par André Broca, Professeur agrégé de physique à la Faculté de Médecine, Répétiteur à l'École Polytechnique. — 2e édition, Gauthier-Villars.

La première édition de cet ouvrage parut en 1899. Cette deuxième édition a été maintenue dans l'esprit de la première, et simplement complétée en ce qui concerne « la théorie des phénomènes et les résultats possibles à atteindre ». C'est ainsi que l'auteur a ajouté un chapitre entier, relatif à la syntonie et aux courants de haute fréquence.

« Ce livre ne contient rien de ce qui touche à la manipulation des appareils. C'est un livre de vulgarisation, non un livre de technique. »

Cette œuvre de vulgarisation, qui aboutit à l'étude des ondes hertziennes, ne s'adresse d'ailleurs qu'aux personnes familiarisées avec les études mécaniques et physiques ; il n'en pourrait être autrement.

L'auteur reprend les notions générales sur la production et la propagation des perturbations mécaniques et électriques, sur les phénomènes lumineux analogues aux précédents, puis arrive à l'exposé des modes de production des ondulations rapides, et des modes de réception des ondulations électriques.

L'étude de la propagation de l'induction dans les diélectriques, de la concentration des ondes, du rôle des antennes, puis de l'emploi de la haute fréquence avec la syntonisation et la synchronisation, termine les chapitres théoriques.

Un chapitre est consacré à la description d'un poste de télégraphie sans fil, puis à l'exposé de l'utilité et des désavantages de ce mode de communication.

Le volume se termine par un appendice sur la théorie de la propagation le long d'un conducteur.

(1) In-18, 185 × 120, de x-234 p. avec 52 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix broché : 4 f.

La Théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes. La Télégraphie sans fil, par H. Poincaré. Collection Scientia (1).

M. Poincaré a voulu donner un aperçu résumé en langage ordinaire, au sens absolu de cette expression, c'est-à-dire sans le secours d'aucune formule, ni d'aucune équation, des phénomènes vibratoires à courte longueur d'onde et à grande fréquence dont on rencontre les extrêmes dans la lumière ultraviolette et dans les oscillations électriques de Hertz.

La théorie électro-magnétique de la lumière pressentie par Ampère mais œuvre de Maxwell, a trouvé son appui le plus inébranlable dans la découverte des oscillations hertziennes.

Les vibrations transversales, l'analogie avec la lumière polarisée, l'imitation qu'on peut obtenir des phénomènes optiques avec les ondes hertziennes en produisant des interférences, de la réflexion, de la réfraction et de la diffraction soudent intimement et avec certitude l'œuvre de Hertz à celle de Maxwell.

La découverte des détecteurs d'ondes ou cohéreurs et l'étude des ondes stationnaires ont conduit à la transmission des signaux par les ondes hertziennes, c'est-à-dire à la télégraphie sans fils.

C'est par un exposé succinct de celle-ci que prend fin l'ouvrage de M. Poincaré.

Le savant membre de l'Institut a donné la mesure de son élégance et de sa clarté dans cet opuscule, dont la lecture présente un attrait élevé. Bien que M. Poincaré prenne soin, méthodiquement, dans ces dissertations d'ordre général où il excelle, d'aviser le lecteur que l'hypothèse, l'analogie et la construction des mécanismes démonstratifs concrets ou de comparaison sont d'un maniement dangereux et peuvent éloigner de la certitude scientifique, on trouvera heureusement que ces procédés de démonstration n'ont pas été bannis du volume en question ; ils y sont employés avec la distinction et la vigueur dialectique qu'on connait à l'auteur de *la Science et l'Hypothèse* et des *Relations entre la Physique expérimentale et la Physique mathématique.*

(1) C. Naud, éditeur.

Le Secrétaire Administratif, Gérant,

A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 18338-9-04. — (Encre Lorilleux).



MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

NOVEMBRE 1904

N° 11

OUVRAGES REÇUS

Pendant le mois de novembre 1904, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Agriculture.

Ministère de l'Agriculture. Annales. Direction de l'Hydraulique et des améliorations agricoles. Documents officiels. Jurisprudence. Rapport et Notes techniques. Fascicule 29 (in-8°, 280 × 180 de 196 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1903. 43545

Vincey (P.). — *Aménagement cultural appliqué à l'épuration terrienne des eaux d'égout de la ville de Paris. Région de Méry-Pierrelaye. Assolements généraux d'assainissement*, par Paul Vincey (Extrait des Mémoires, tome CXLI, de la Société nationale d'Agriculture de France) (in-8°, 220 × 135 de 86 p. avec 7 pl.). Paris, Philippe Renouard, 1904 (Don de l'auteur, M. de la S.). 43566

Astronomie et Météorologie.

Publications of the Earthquake Investigation Committee in foreign Languages. N° 17. Tokyô 1904 (in-8°, 260 × 180 de 48 p. avec 14 pl.). Tokyô, 1904. 43540

Navigation aérienne, intérieure et maritime.

Club aéronautique de l'Aube. Premier Bulletin annuel (in-8°, 210 × 135 de 43 p.). Troyes, Gustave Frémont, 1904 (Don de M. H. Joanneton, M. de la S.). 43582

CZARNOMSKI (W.). — *De l'influence des digues projetées à l'embouchure de la Néva contre les inondations maritimes de Saint-Pétersbourg,* par W. Czarnomski (Extrait des Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand. Année 1904. Tome III. 1er fascicule) (in-8°, 250 × 160 de 24 p.). Mons, Dequesne-Masquillier et fils, 1904 (Don de l'auteur, M. de la S.). 43574

Institute of Marine Engineers. Fifteenth Volume of Transactions. Session 1903-4 (in-8°, 210 × 130). 43543

LIMBECK (Z. R. VON). — *The Fish Propeller of Chief Engineer Zdenko Ritter von Limbeck* (Translation of an Article appearing in the « Allgemeine Bauzeitung » N° 2 of 1904) (in-4°, 305 × 245 de 13 p. avec 4 fig. et 3 pl.). Wien, R. v. Waldheim, 1904 (Don de l'auteur). 43581

MICHELI (L. DE). — *Risoluzione del Problema Areonautico di Lodovico de Micheli* (Brevetto Ministeriale) (in-8°, 240 × 165 de 14 p.). Milano, 1er octobre 1904 (Don de l'auteur). 43555

Sciences Mathématiques.

TÉDESCO (N. DE) et MAUREL (A.). — *Traité théorique et pratique de la résistance des matériaux appliquée au béton et au ciment armé,* par N. de Tédesco et A. Maurel (in-8°, 250 × 160 de VIII-640 p., avec 199 fig.). Paris, Ch. Béranger, 1904. (Don de l'éditeur, de la part des auteurs.) 43547

Sciences morales. — Divers.

Excursion en Bretagne organisée par le Groupe de Nantes. Juin 1902. Association amicale des anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures (in-4°, 285 × 225 de 40 p. avec illustrations). Paris, Chaix, 1902. (Don de l'Association amicale des anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures.) 43583

Excursion en Dauphiné organisée par le Groupe de Lyon. Juillet 1903. Association amicale des anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures (in-4°, 285 × 225 de 52 p. avec illustrations). Paris, Chaix, 1904. (Don de l'Association amicale des anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures.) 43584



Technologie générale.

Association française pour l'avancement des sciences. Compte rendu de la trente-deuxième session. Angers 1903. Seconde partie. Notes et Mémoires (in-8°, 245 × 150 de 1 472 p. avec 5 pl.). Paris, Siége de l'Association, 1904. 43551

Atti del Real Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. 5ª Serie. Volume III (in-4°, 325 × 245). Napoli, Società cooperativa Tipografica, 1902. 43571

Atti del Real Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. 5ª Serie. Volume IV. 54ᵉ volume della Collezione degli Atti (in-4°, 325 × 245). Napoli, Società cooperativa Tipografica, 1903. 43572

Atti del Real Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. 5ª Serie. Volume V. 55ᵉ volume della Collezione degli Atti (in-4°, 325 × 245). Napoli, Società cooperativa Tipografica, 1904. 43546

CURIÈRES DE CASTELNAU (DE), CHAPOT et VOILLAUME. — *Rapports du Jury international. Classe 63. Exploitation des mines, minières et carrières.* Rapport de M. de Curières de Castelnau, en collaboration avec MM. Chapot et Voillaume. *Tome I. Première et deuxième parties. Tome II. Deuxième partie (suite). Tome III. Troisième partie* (3 volumes in-8°, 295 × 195 de 467 p., 523 p. et 484 p.) (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900. à Paris). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don de M. H. Chapot, M. de la S.). 43575 à 43577

Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, with other selected and abstracted Papers. Vol. CLVII. 1903-4. Part. III (in-8°, 215 × 135 de VII-475 p. avec 12 pl.). London, Published by the Institution, 1904. 43552

PETERSEN (A.-G.-V.). — *Beretning om den Tekniske og Hygiejniscke Kongres i Kjobenhavn den 24-27 juni 1903.* Udgivet af Kongressens Bestyrelse under Redaktion af Kongressens generalsekreter, Ingeniorkaptajn A.-G.-V. Petersen (in-4°, 320 × 220 de VIII-312 p. avec pl.). Kjobenhavn, 1904. (Don de l'auteur.) 43556

Rapports du Jury international. Groupe XI. Mines et Métallurgie. Deuxième partie. Classe 63. (Tome II.) (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900, à Paris) (in-8°, 295 × 195 de 523 p. avec 114 fig.). Paris, Imprimerie nationale, 1904. (Don de M. le Commissaire général de l'Exposition universelle de 1900.) 43542

The Institution of Mechanical Engineers. General Index to Proceedings. 1885-1900 (in-8°, 215 × 140 de 397 p.). London, Published by the Institution. 43573

The Universal Exposition Saint-Louis 1904. Beautifully illustrated. Official Publication. Published by Official Photographie Company, Saint-Louis, U. S. A. (Album 240 × 310 de 82 p.). Saint-Louis, Sam'l F. Myerson Printing C°, 1904. (Don de M. A. Domange, M. de la S.). 43564

Travaux publics.

Annual Reports of the War Department for the fiscal year ended June 30, 1903. Volumes IX, X, XI, XII. Report of the Chief of Engineers. Volume XIII. Supplement to the Report of the Chief of Engineers (5 vol. in-8°, 235 × 145). Washington, Government Printing Office, 1903. (Don de M. D. Bellet, M. de la S.). 43557 à 43561

Hénard (E.) — *Études sur les transformations de Paris. Fascicule 5. La percée du Palais-Royal. La nouvelle grande croisée de Paris* (in-8°, 245 × 155, pages 135 à 178 avec pl. I à VIII). Paris, Librairies-Imprimeries réunies, 1904. (Don de l'auteur.) 43579

L'assainissement des villes par le système hydropneumatique Shone (in-4°, 310 × 210 de 208 p. avec 5 pl.). Paris, E. Faye, 1905. (Don de M. E. Faye.) 43578

MEMBRES NOUVELLEMENT ADMIS

Les Membres nouvellement admis, pendant le mois de novembre sont

Comme Membres Sociétaires Titulaires, MM.

A. Barbezat, présenté par MM. J. Armengaud, R. Armengaud, Mardelet.
J.-G. Barbier, — Bordier, Hovine, G. Masson.
A.-S. Boeuf, — Ducloux, Mallet, Minuit.
R. Carmine, — Milandre, E. Nessi, Ch. Vigreux.
L. Chapron, — Belmère, Bisson, Pluyaud.
G.-J. Duchesne, — Dwelshauvers-Dery, J. Farcot, Périssé.
F. Ferreira Ramos, Da Costa Couto, Antonio Olyntho dos Santos Pires, Savy.
E.-N.-L. Fisbacq, — Couriot, Fehrenbach, Hegelbacher.
H. Edeline, — de Katow, Mercier, Roulleau.
H. Emerson, — Seemuller, Suplee, de Dax.
L. Garnier, — Arbel, Auderut, Macaire.
G. Gayatto, — Moreau, Fleury, Taupiat de Saint-Simeux.
P. Godard, — Couriot, Le Naour, L. Lorin.
F. Haussy, — Chagnaud, Godillot, Escande.
H.-A. Julliot, — Couriot, Duchesne, de Dax.
J.-M.-C. Kievits, — Couriot, Moreau, Nillus.
G.-S. Lemire, — Guerin, Lelorrain, Touaillon.
J.-R.-G. Monniot, — Duchemin, Mallet, de Montgolfier.
P.-V. Parsy, — Cornuault, Candlot, Payet.
L.-A. Pilliard, — H. Besson, Dehenne, Ducher.
E. Pinson, — L. Fernandez, Salazar, de Dax.
E.-A. Poulot, — Balme, A. Imbert, D. Poulot.
M.-E. Poulot, — Balme, A. Imbert, D. Poulot.
F. Ruff, — Moreau, Duplaix, Taupiat de Saint-Simeux.
U.-E. Taubenheim, — de Minkevitch, de Roummel, de Silitch.
M. Zogatchewski, Belelubsky, de Rosen, Struve.

Comme Membres Sociétaires Assistants, MM. :

H.-L.-X. Lemaire, présenté par MM. Auderut, Macaire, Macdonald.
A.-J.-J. Merciot, — Blazy, Brueder, Flachet.
G.-L.-A.-C. Vernon, — Barnoya, Brandon, Joinard.

Comme Membres Associés, MM. :

H.-G.-E. Boivin, présenté par MM. Lespès, G. Rey, Tricoche.
F. Cattaneo, — Couriot, Boyer, Duchesne.
C.-L. Delachaux, — Auderut, Macdonald, Macaire.
G. Pitre, — Boyne, Duchesne, de Dax.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE NOVEMBRE 1904

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 4 NOVEMBRE 1904.

PRÉSIDENCE DE M. H. COURIOT, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

M. E. HOSPITALIER fait connaître que, par suite d'une erreur d'impression, ses paroles et celles de M. Hillairet au procès-verbal de la séance du 21 octobre dernier ont été inexactement rapportées et demande la rectification suivante :

Page 177, deuxième ligne, il faut lire : « une accélération en mètres par seconde par seconde » et non pas « en mètres par seconde ».

Même page, quatrième et cinquième ligne avant la fin, il faut lire : « l'accélération qui s'exprime en mètres par seconde par seconde ».

Sous réserve de cette correction dont il sera tenu compte dans l'impression au Bulletin, le procès-verbal est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret de faire connaître le décès de M. J.-E. Henry, Ancien Élève de l'École Centrale (1860), Membre de la Société depuis 1874, Ingénieur Constructeur-Mécanicien.

M. le Président adresse, à la famille de ce Collègue, l'expression des sentiments de profonde sympathie de la Société.

L'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège a fait connaître qu'elle est chargée de l'organisation du Congrès International des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée, qui doit avoir lieu à Liège, du 26 juin au 1er juillet 1905.

M. LE PRÉSIDENT invite les Membres de la Société à participer à ce Congrès qui ne manquera pas d'être des plus intéressants.

M. LE PRÉSIDENT dépose, sur le Bureau, la liste des ouvrages reçus. Cette liste sera insérée dans un des prochains Bulletins.

M. le Président rappelle qu'un certain nombre de nos Collègues se sont réunis pour se rendre aux États-Unis, à l'occasion de l'Exposition de Saint-Louis. M. A. Domange avait bien voulu se charger de la direction du groupe, qui a été reçu d'une façon toute spéciale.

M. Domange, un peu souffrant, ne peut faire ce soir le compte rendu sommaire de cet intéressant voyage et notre Collègue, M. Marcel Armengaud, a bien voulu le remplacer.

M. Marcel Armengaud a la parole pour un *Compte rendu du Voyage aux États-Unis et à l'Exposition de Saint-Louis.*

M. Marcel Armengaud jeune, après avoir annoncé qu'il prend la parole à la place de M. Domange, le doyen du groupe des Ingénieurs ayant fait le voyage, qui est souffrant, et qui l'a prié de le remplacer, rappelle, ensuite, que ce n'est point une délégation de la Société des Ingénieurs Civils de France qui s'est rendue en Amérique, mais seulement une quinzaine de ses membres auxquels le Président de la Société, M. Couriot, avait bien voulu donner des lettres de recommandation pour faciliter l'accès des usines et dont il avait eu l'obligeance d'annoncer l'arrivée en Amérique aux Membres correspondants de la Société, à New-York et à Chicago.

Le départ s'est effectué le 20 août 1904, sur *La Bretagne*, et, le 28, avait lieu le débarquement à New-York. Dans cette ville, les Membres français ont été reçus fort aimablement par MM. Corthell, Sorzano de Tejada et de Lubersac. Ceux-ci se sont mis gracieusement à la disposition du groupe de voyageurs pour leur faire visiter la ville et, notamment, les installations du nouveau métropolitain de New-York (Subway) qui permettra de convoyer 200 000 000 de voyageurs en plus des 700 000 000 que transportent déjà les autres compagnies urbaines, et la nouvelle station de la Compagnie Edison « Waterside Power station » qui fournit le courant à la partie est de New-York.

Une excursion fut même faite le soir de leur arrivée à la plage de Coney-Island où se déversent tous les dimanches 3 ou 400 000 personnes venant de New-York.

Le mardi 30, au soir, le groupe des Ingénieurs français quittait New-York pour Niagara Falls où, arrivés le mercredi 31, au matin, ils visitèrent les deux usines hydro-électriques de la « Niagara Falls Company » sous la conduite de M. Brackenridge, Ingénieur en chef de ladite Compagnie. En outre, ils eurent la bonne fortune de pouvoir également descendre dans le puits de l'usine en construction de la « Canadian Power Company », dont les dimensions et la puissance totale dépassent de beaucoup celles de ses aînées. Cette usine comprendra onze groupes de turbo-alternateurs de 10 000 cv chacun, dont la tension sera de 11 000 volts, et pourra donc fournir 110 000 cv qui viendront s'ajouter aux 105 000 que produisent les deux autres usines.

Quittant Niagara le jeudi 1er septembre, au soir, par le Michigan Central, le groupe français arriva à Chicago le lendemain matin, où il fut fort aimablement reçu par M. Modjeski, Président de la « Western Society of Engineers », de Chicago, et par M. Chanute, Membre de la dite Société et correspondant de la Société des Ingénieurs Civils de

France, ainsi que par MM. Gravelle et Strobel. Malheureusement, l'établissement d'Armour « Stock Yards » étant en grève, le groupe ne put visiter cet établissement. Par compensation, les voyageurs français furent conduits à la Bourse du Commerce et firent une très jolie promenade en voiture dans le Parc de Chicago.

Dans la soirée, M. Jackson les invita à venir voir le réseau de tunnels construits sous les quartiers d'affaires de Chicago par « l'Illinois Chicago Company » où sont logés les câbles des 100 000 téléphones automatiques de la Société. Ces tunnels servent, en outre, à la circulation de wagonnets électriques utilisés pour le transport des matériaux, des marchandises et du courrier.

Le lendemain samedi, dans la matinée, les voyageurs visitèrent les grands ateliers de « Deering Company », où est fabriquée la fameuse moissonneuse-lieuse. Le soir, après avoir pris congé de leurs aimables cicérones et s'être séparés de MM. Raffard, Hardelay et de la Rochette, qui se dirigeaient vers le Yellowstone Park, San-Francisco, etc., ils quittaient Chicago pour Saint-Louis où ils arrivèrent le dimanche matin.

Le séjour à Saint-Louis dura du 5 au 11 septembre et il fut employé par les membres à la visite de l'Exposition.

Le 12, au soir, ils partaient en nombre réduit de ladite ville, car M. Domange père, leur *chairman*, se rendait à la Havane, et deux d'entre eux, MM. Léo et Harlé se dirigeaient vers l'ouest. Sous la direction de M. Bonnier, qui remplit alors les fonctions de *vice-chairman*, ils arrivaient à Cincinnati le 13, au matin, où ils visitèrent une poterie après avoir fait une promenade dans la ville et dans les environs.

Le mercredi 14, les voyageurs quittaient Cincinnati au matin, pour faire un premier voyage de jour. Après avoir traversé une contrée rappelant la Normandie, ils étaient, le soir, à Pittsburg. Ils visitèrent, dans la matinée du jeudi 15, les usines de la « Crescent Steel Company », qui produit une grande quantité d'acier au creuset et d'acier fin. La production de cette usine est de 60 t d'acier au creuset par jour.

Dans l'après-midi, un certain nombre des voyageurs, grâce aux recommandations de M. Corthell, purent se rendre à Homestad où ils assistèrent au spectacle magnifique du laminage des tôles, fers profilés, cornières, etc., travail qui se produit presque mystérieusement, tant les Ingénieurs de l'usine ont poussé l'outillage à un grand degré d'automaticité et de perfection.

Les voyageurs quittaient Pittsburg, le soir, pour se rendre à Washington, siège du Gouvernement américain, où ils séjournèrent jusqu'au lundi 19, visitèrent les principaux monuments : Capitole, ministères de la guerre et de la marine, monument de Washington, bibliothèque du Congrès et firent une excursion au mont Vernon où se trouvent l'habitation et le tombeau de Washington.

Le lundi matin, après s'être rendus à Baltimore, ils traversèrent en voiture la ville, et, notamment, le quartier qui a été détruit par un récent incendie. Dans l'après-midi, les voyageurs prirent le train pour Philadelphie, où ils arrivèrent le soir.

Le mardi 20 fut consacré à la visite des établissements Baldwin où l'on construit près d'une locomotive par jour.

Dans l'après-midi, le groupe de voyageurs se rendait à l'Atlantic-City, grande plage, où se déverse en été la population de Philadelphie, et dont la longueur est de 6 500 m environ.

Dans la matinée du mercredi 21, les voyageurs firent une tournée en voiture dans la ville et allèrent visiter l'École Industrielle d'Art et de Filature et Tissage où ils furent aimablement reçus par le Directeur principal de l'École, M. Miller, et par M. France, Directeur de l'École textile.

A deux heures de l'après-midi, avait lieu le départ de Philadelphie pour New-York où on arrivait vers cinq heures et traversait le North River pour prendre un bateau de la « Fall River Line » qui remonte de nuit le « Long Island Sund ». Le mardi matin, on débarquait à Fall River, où le groupe prit le train pour Boston.

La journée du jeudi fut employée à visiter la ville et, le lendemain, vendredi 23, les voyageurs se rendirent à Providence où ils se séparèrent en deux groupes ; l'un visita les usines de Brown et Sharp, et l'autre, deux usines de peignée de « l'American Woolen Company ».

Là, se terminait le voyage au point de vue des visites industrielles, et les voyageurs quittaient, le lendemain matin 24, Boston, pour Pittsfield où ils arrivaient à trois heures de l'après-midi. De là, ils se rendirent en voiture à Lenox, villégiature américaine, située dans les Berk Ills, où se trouvent de nombreuses propriétés de millionnaires new-yorkais. Le lendemain, dimanche 25, après une promenade en voiture pendant laquelle ils purent admirer toute la beauté du paysage, ils quittaient Lenox et Pittsfield pour arriver à Albany le soir, où l'un des groupes, comprenant six voyageurs, dont M. Bonnier, prit le train le soir même pour aller au Canada. L'autre groupe, après avoir couché à Albany, redescendait l'Hudson, le lundi 26, pour arriver le soir à New-York.

M. Armengaud croit être l'interprète de tous ses camarades en déclarant qu'ils ont tous eu l'impression bien nette de la richesse et de la puissance de ce pays, ainsi que de sa prodigieuse activité.

Parmi les raisons qui ont été données de la richesse et de la prospérité des États-Unis, il y en a une qui semble n'avoir pas été mise assez souvent en lumière, c'est le rôle que jouent, dans le développement de l'industrie, les inventions et les perfectionnements dans les applicatiods mécaniques. M. Armengaud rappelle, à ce sujet, que la loi américaine sur les Brevets d'Invention est beaucoup plus libérale que toutes les autres lois étrangères, y compris la loi française, et protège mieux l'inventeur qui, seul, peut prendre son brevet et jouit d'un droit de priorité de deux ans avant le dépôt.

En outre, ladite loi n'exige aucun versement d'annuité et ne contraint pas l'inventeur à l'exploitation de son invention, sous peine de déchéance de ses droits, dans un délai déterminé.

En terminant, M. Armengaud déclare que ses compagnons de voyage, et lui, ont reçu partout un excellent accueil, de la part de tous les Ingénieurs et Industriels et, en particulier, des Membres correspondants de la Société, MM. Corthell, Sorzano de Tejada, de New-York, et M. Chanute, de Chicago, auxquels s'était joint M. Modjeski, etc., et il prie les

Membres de la Société de bien vouloir se joindre à ses camarades de voyage et à lui pour exprimer, à ces Messieurs, toute leur gratitude et leur adresser tous leurs remerciements.

M. L. Rey rappelle qu'en 1893, la délégation qui se rendit aux États-Unis, et dont il eut l'honneur d'être le Président, reçut également le meilleur accueil. Parmi les Ingénieurs américains qui se dévouèrent plus spécialement, il est heureux de retrouver les noms de MM. Corthell, Chanute et Sorzano de Tejada. M. Rey appuie donc vivement la proposition de M. M. Armengaud.

M. le Président adresse les remerciements de la Société à M. Marcel Armengaud pour son intéressant compte rendu ainsi qu'à M. Domange, qui s'est multiplié au cours de ce voyage. Les excursionnistes ont reçu partout, comme on a pu en juger par le compte rendu qui vient d'être fait, le meilleur accueil, et cela grâce surtout à nos deux Collègues, MM. Corthell et Sorzano de Tejada, tous deux Correspondants de la Société aux Etats-Unis.

M. le Président propose à la Société de voter des remerciements à M. Domange et à nos Collègues ci-dessus, MM. Corthell, Chanute et Sorzano de Tejada, ainsi qu'à M. Modjeski et aux ingénieurs ou directeurs qui ont reçu nos Collègues.

Ces remerciements sont votés à l'unanimité.

M. E. Glasser a la parole pour sa communication sur sa *Mission minérale en Nouvelle-Calédonie.*

M. E. Glasser dit que les terrains que l'on rencontre en Nouvelle-Calédonie peuvent se diviser en trois séries nettement séparées; des gneiss et des micaschistes, qui dominent dans le nord de la colonie et forment quelques massifs en son centre; des assises sédimentaires, allant du primaire au jurassique, constituées principalement de schistes et occupant surtout le centre de l'île, mais laissant en outre place, au fond de cuvettes restreintes, à des formations crétacées contenant de la houille; enfin, de puissants amas éruptifs, formés par des péridotites et par des produits serpentineux qui dérivent de leur décomposition. Ces amas constituent le plus grand nombre des hautes montagnes de la colonie, ils occupent environ un tiers de la superficie de l'île, et recouvrent, en particulier, toute son extrémité méridionale.

Chacune de ces trois séries renferme des richesses minérales : aux micaschistes s'associent des traces d'or et quelques gisements de cuivre autrefois exploités; le cuivre et l'or se retrouvent également dans les schistes sédimentaires où ces deux métaux ont fait l'objet d'exploitations plus ou moins durables; les assises crétacées renferment des couches de houille nombreuses, mais de qualité trop irrégulière et d'allure trop tourmentée pour que leur utilisation paraisse facile. Enfin, la formation serpentineuse est celle à laquelle sont uniquement et constamment associés les minerais actuellement exploités, c'est-à-dire les minerais de nickel et de cobalt, et le fer chromé.

Les péridotites, qui constituent essentiellement cette formation serpentineuse, sont des roches à péridot et à pyroxène, c'est-à-dire des

roches ultrabasiques; elles renferment, toujours dans leur pâte, quelques millièmes de nickel et de cobalt, et les inclusions de petits grains ou de cristaux de fer chromé y sont constantes. Ces roches sont d'ailleurs toujours accompagnées des produits résultant de leur altération par les agents atmosphériques, c'est-à-dire par des plaquettes de quartz de formation secondaire, par de puissants dépôts rouges de sesquioxyde de fer, à consistance argileuse, et par des segrégations magnésiennes, efflorescences, rognons, ou remplissages complexes entre les fragments des roches disloquées. C'est là que le nickel s'est habituellement concentré en même temps que la magnésie; le cobalt, au contraire, a formé des rognons dispersés au milieu des argiles rouges, tandis que fer chromé s'est déposé avec ces mêmes argiles en lits alluvionnaires; on rencontre d'ailleurs ce dernier minerai en segrégation dans les péridotites non altérées.

L'origine de ces énormes massifs de péridotite, roche mère des gisements de nickel, de cobalt et de chrome, nous est encore inconnue; roche de profondeur, elle n'a pas pu s'épancher récemment sur le sol de la Nouvelle-Calédonie, et elle ne parait pas, non plus, n'être apparue au jour que grâce à l'érosion des assises postérieures sous lesquelles elle se serait épanchée. On en vient ainsi à se demander si l'ensemble de ces massifs n'aurait pas une origine profonde, et n'aurait pas été, un jour, comme posé sur le sous-sol de la Nouvelle-Calédonie, au cours de quelque bouleversement géologique de cetté région du globe.

Ce sont, parmi les minerais très variés qui se rencontrent dans ces différentes formations, ceux du nickel qui ont de beaucoup la plus grande importance au point de vue pratique, puisque ce sont eux qui, depuis une trentaine d'années, constituent la presque totalité des produits minéraux, et même des produits de toutes sortes, exportés de notre colonie. Bien que d'aspect et de richesse très variés, ce sont toujours des hydrosilicates magnésiens nickelifères se rapportant à l'espèce minérale connue sous le nom de garniérite; on peut distinguer : des minerais compacts et homogènes, tels que la garniérite typique, ou le minerai « chocolat », ainsi désigné d'après sa couleur brune; des minerais pulvérulents constitués de petites paillettes cristallines, souvent très riches en nickel; des minerais à consistance argileuse, et des minerais essentiellement siliceux; mais, à côté de ces minerais plus ou moins bien définis, on rencontre des matières hétérogènes, souvent encore assez fortement minéralisées pour être exploitables : ce sont, soit des masses brechoïdes remplissant les cassures ouvertes dans les massifs de péridotite, soit des serpentines altérées imprégnées de nickel, soit des terres nickelifères.

Ce qu'on exploite, et ce qu'on livre pratiquement aux acheteurs, ce sont des mélanges complexes de ces différentes matières, constituant une masse terreuse, souvent argileuse, d'une couleur jaune orangée, due à l'abondance du sesquioxyde de fer, et où n'apparaissent généralement que peu de fragments verts, témoignant de la présence du nickel. Ces minerais ne sont achetés actuellement que s'ils révèlent à l'analyse une teneur de 7 0/0 au moins en nickel métallique pour le minerai sec, ce qui fait à peine plus de 5 0/0 pour le minerai humide tel

qu'il est exploité et tel qu'il doit être transporté. Un tel minerai était payé sur place, au milieu de 1902, au prix de 0,625 à 0,725 f par kilogramme de métal contenu, suivant les variations de sa teneur, entre 7 0/0 et 8 0/0.

La production annuelle atteint aujourd'hui de 100 000 à 120 000 t, représentant une valeur de 4 à 5 millions de francs.

Les gisements de nickel connus en Nouvelle-Calédonie sont extrêmement nombreux, puisqu'ils se répartissent sur presque toute l'étendue des massifs de péridotite, qui recouvrent quelque 600 000 ha du sol de la colonie; les gisements actuellement exploités se réduisent au contraire à un petit nombre : deux sociétés de quelque importance en utilisent une partie, ce sont la Société française le Nickel, avec ses mines de Thio, de Canala et de Kouaoua, qui produisent de 40 à 50 000 t par an, et la Société américaine Nickel Corporation Limited installée à Népoui. A côté de cela, une dizaine de « petits mineurs » extraient quelques dizaines de milliers de tonnes par an d'une série de gisements répartis tout autour de l'ile.

Lorsque l'on a commencé à rechercher le nickel en Nouvelle-Calédonie, il y a bientôt trente ans, on s'est d'abord efforcé de poursuivre, par des travaux souterrains, des filons et filonnets de garniérite courant dans les péridotites; mais on n'a pas tardé à abandonner les travaux en galerie, trop coûteux et trop peu productifs, pour attaquer en carrières, par larges fronts de taille, d'abord les massifs rocheux qui se montraient suffisamment criblés de filonnets de garniérite, et ensuite les amas superficiels démantelés et décomposés qui, à l'analyse, se révélaient être plus ou moins abondamment imprégnés de nickel. Toutes les exploitations actuelles ont lieu à ciel ouvert; après que minerai et stérile ont été abattus au pic et à la pince, et exceptionnellement à l'aide de la dynamite, il faut procéder à un triage très minutieux pour séparer, au milieu de matières très complexes, celles qui présentent une teneur suffisante en nickel. Pour tous les fragments un peu gros, le triage a lieu à la main, grâce à la connaissance que l'on arrive à avoir, pour chaque gisement en particulier, des aspects qui correspondent à une certaine richesse du minerai; quant aux morceaux menus, on les trie grossièrement d'après leurs dimensions; les plus fins d'entre eux étant toujours, en moyenne, les plus riches, à cause de la grande friabilité tant de la garniérite que des fragments de péridotite altérée fortement minéralisés.

Une fois trié, le minerai est ensaché, puis descendu des montagnes où se trouvent perchées toutes les mines, jusqu'au bord de la mer, où il pourra être embarqué. La descente a toujours lieu grâce à l'un des divers systèmes de câbles aériens, câble simple, plan incliné aérien, ou transporteur.

Le prix de revient des minerais ainsi exploités est naturellement assez variable, avec les conditions spéciales à chaque gisement : les frais courants d'exploitation sont rarement inférieurs à 25 f par tonne de minerai supposé sec rendu à bord, et il faut y ajouter de 10 à 15 f pour les frais généraux et les amortissements.

Toute la production de la Nouvelle-Calédonie en minerai de nickel

est actuellement exportée telle que, moyennant un fret de 30 à 40 f la tonne. Traités, soit au Havre, soit à Glasgow, soit en Westphalie, ces minerais sont d'abord fondus pour matte, passés au convertisseur pour éliminer le fer resté avec le nickel, puis grillés à mort; l'oxyde de nickel ainsi obtenu est enfin réduit.

Un tel traitement ne coûte guère moins de 1 f par kilogramme de métal; il faut y ajouter 0,60 f à 0,70 f pour la valeur du minerai sur place, et à peu près autant pour son transport jusqu'en Europe. Le nickel se vend aux environs de 3,50 f le kilogramme; les débouchés qui s'offrent à lui sont la fabrication de petits objets en nickel, celle des objets nickelés ou recouverts d'un placage en nickel, celle des alliages blancs, et enfin celle des aciers au nickel, soit à faible soit à forte teneur; ce dernier débouché tend à augmenter d'année en année, et augmentera sans doute d'autant plus rapidement que le prix du nickel s'abaissera davantage.

En dehors des recherches souvent entreprises pour simplifier le traitement métallurgique des minerais de la Nouvelle-Calédonie, on pourrait tenter d'abaisser le prix de revient du nickel qui en provient en faisant sur place la première opération de ce traitement, c'est-à-dire la fusion pour matte; on réaliserait ainsi, sur le fret, une économie considérable, que les prix relativement élevés du coke, des fondants et de la main-d'œuvre seraient sans doute loin de compenser; on y trouverait en outre l'avantage de pouvoir tenter d'utiliser des minerais à faible teneur, que l'on est obligé de jeter aujourd'hui, parce qu'ils ne valent pas le transport jusqu'en Europe.

Il y aurait là, aux conditions de l'exploitation des mines de notre colonie, une amélioration qui serait du plus haut intérêt, et que l'on ne peut que souhaiter de voir réaliser à bref délai.

M. Colomer estime, contrairement à ce qu'a dit M. Glasser, qu'on peut tirer parti des gisements de houille de la Nouvelle-Calédonie.

Depuis le voyage de M. Glasser dans ce pays, des travaux de recherche ont été faits, à une vingtaine de kilomètres de Nouméa et à proximité d'une voie ferrée.

Ces travaux ont prouvé l'existence de plusieurs couches, formant un bassin houiller.

M. Colomer insiste sur ce mot de « bassin houiller », car, à la suite d'anciens travaux de recherches, faits surtout aux environs de Nouméa, on avait dit que la formation houillère n'était qu'une plaquette sur les serpentines.

Les travaux de recherches ont trouvé un charbon métamorphosé en anthracite à cause du voisinage d'éruptions porphyriques. Toutefois, cet anthracite est assez dur, et pourrait convenir à la première fusion pour matte, que M. Glasser a si bien représentée comme absolument nécessaire pour les minerais de nickel.

Il est donc à souhaiter que bientôt une exploitation soit entreprise pour tirer parti de cette richesse minière, qui n'est certes pas la moins belle parmi celles de la Nouvelle-Calédonie.

[illegible] se trouve en [illegible] se reposer [illegible] au [illegible] éclair- [illegible] éten- [illegible] ont subi des [illegible] noir de [illegible]

[illegible] à [illegible], et [illegible] jusqu'aux [illegible]

[illegible] M. [illegible] a été [illegible] insuffisants pour permettre de [illegible] pour être exploi- [illegible] les décou- [illegible] car, comme [illegible] de trouver, sur [illegible] a été parlé [illegible]

M. [illegible] minières [illegible] aussi faut-il [illegible] considérables [illegible] à de grands [illegible]

[illegible] pas [illegible] à craindre [illegible] modifier [illegible]

[illegible] M. le Président [illegible] regrettable de [illegible] a été question [illegible] repose que sur [illegible] se permet d'exposer en [illegible] M. [illegible] bien entendu, [illegible]

[illegible] de nickel, c'est la [illegible] en Europe un minerai ren- [illegible] en l'amenant à l'état de [illegible] à transporter les [illegible] du pays dans des condi- [illegible] mais les gisements bouillers ne sont [illegible] connus et, on peut le craindre, suffisamment [illegible] et d'une qualité assez pure, pour qu'on soit certain [illegible] le minerai sur place, objectif que poursuivait avec [illegible] regretté ancien Collègue, Jules Garnier, l'inventeur de la [illegible] minière de notre belle colonie.

M. le Président remercie ensuite M. Glasser d'avoir bien voulu venir [illegible] devant la Société les résultats de sa mission.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. G.-J. Duchesne, N.-L.-E. Fisbach, F. Ferreira Ramos, J.-M.-C. Kievitz, U.-E. Taubenheim, comme Membres Sociétaires Titulaires, et de

M. G. Pitre, comme Membre Associé.

MM. A. Barbezat, J.-G. Barbier, A.-S. Bœuf, R. Carmine, L. Chapron, H. Edeline, H. Emerson, L. Garnier, G. Gayatto, P. Godard, F. Haussy, H.-A. Julliot, G.-L. Lemire, J.-R.-G. Monniot, P.-V. Parsy, E. Pinson, L.-A. Pilliard, E.-A. Poulot, M.-E. Poulot, F. Ruff, M. Zogatchewski, sont admis comme Membres Sociétaires Titulaires;

MM. H.-L.-X. Lemaire, A.-J.-J. Merciot, G.-L.-A.-C. Vernon, comme Membres Sociétaires Assistants, et

MM. H.-G.-E. Boivin, F. Cattaneo, L.-C. Delachaux, comme Membres Associés.

La séance est levée à 10 heures trois quarts.

L'un des Secrétaires techniques,
J. Deschamps.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1904

Présidence de M. E. Pontzen, Président de la IIe Section.

Au sujet du procès-verbal de la séance du 4 novembre, M. J.-M. Bel a fait parvenir à la Société une lettre dont voici l'analyse :

« De la communication de M. Glasser et des observations de M. Colomer il semble résulter que la présence des mines de charbon exploitables en Nouvelle-Calédonie suffirait à permettre la fusion des minerais de nickel *pour matte*. Or, cela n'est pas suffisant, car la fusion pour matte, en outre des combustibles, exige, notamment et nécessairement, du soufre et du soufre à bon marché.

» On s'est du reste préoccupé depuis de longues années de cette question. A ce propos M. Bel rappelle que lorsqu'il dirigeait, en 1886, l'usine de fusion pour matte de la Société « Le Nickel », à Kirkintilloch, près Glasgow, la question s'était déjà posée.

» A cette époque on songeait à se servir de charbons australiens et de soufre des Nouvelles-Hébrides pour établir une fonderie de nickel en Nouvelle-Calédonie.

» La question de la fusion pour matte des minerais de nickel avait donc conduit, dès cette époque, à mettre l'usine, non pas près des gîtes de combustible, mais, au contraire, près de ce qu'on peut appeler de véritables gîtes de soufre, quoique d'origine artificielle, car, dans le traitement appliqué à Glasgow, on employait les résidus inu-

» tilisés, appelés « charrée de soude », provenant des usines de produits
» chimiques de Glasgow, résidus très riches en polysulfures-alcalins et
» qui, depuis de nombreuses années, constituaient, des tas énormes.

En terminant, M. Bel rappelle que « le traitement pour fonte de
» nickel, conçu et appliqué par notre regretté Collègue, M. Jules Gar-
» nier, au début de la métallurgie des minerais calédoniens, traitement
» qui n'exigeait pas l'emploi du soufre, avait été abandonné peu après
» et qu'on lui préférait le traitement pour matte, usité par conséquent
» depuis une vingtaine d'années. »

Sous réserves de ces observations le procès-verbal est adopté.

M. le Président a le regret de faire connaître le décès de MM. :

G. Goudolo, Membre de la Société depuis 1875, ancien Élève de l'École Centrale (1858), Contrôleur du matériel fixe des Chemins de fer de la Méditerranée, en retraite;

R. Kiener, Membre de la Société depuis 1899, Manufacturier à Eloyes (Vosges).

M. le Président adresse aux familles de ces Collègues l'expression des sentiments de profonde sympathie de la Société.

M. le Président a le plaisir d'annoncer la décoration comme Chevalier du Nicham de M. R. Armengaud.

M. le Président adresse à ce Collègue les félicitations de la Société.

M. le Président fait connaître que le Jury supérieur de l'Exposition de Saint-Louis a, sur la proposition du Jury de classe, décerné un Grand Prix à la Société des Ingénieurs Civils de France.

M. le Président dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus. Cette liste sera insérée dans un des prochains Bulletins.

M. le Président fait connaître que notre Collègue, M. G. Lesourd, qui devait, ce soir, exposer son travail sur les « Travaux de construction des diverses lignes du Métropolitain de Paris », se trouve empêché de prendre la parole par suite de la maladie grave de l'un de ses enfants.

M. le Président ajoute que, cette modification s'étant produite au dernier moment, il n'a pas été possible de remplacer la conférence de M. Lesourd. M. Forestier veut bien donner plus d'ampleur à la communication qu'il doit faire sur la « Lutte contre la poussière et le goudronnage des routes », communication qui sera suivie d'une discussion à laquelle M. le Président invite à prendre part tous ceux des Membres de la Société que cette question intéresse.

M. le Président fait également connaître que, avant la communication de M. Forestier, M. le Docteur Guglielminetti, le promoteur de la lutte contre la poussière, va présenter un casque respiratoire de son invention, expérimenté en ce moment par les pompiers de Paris.

M. le Dr Guglielminetti a la parole.

M. le Dr expose que, pour certains accidents miniers, pour quelques cas d'incendies ordinaires, l'appareil respiratoire autonome du Dr Guglielminetti-Draeger rend le sauveteur indépendant de l'air extérieur, en lui permettant d'emporter, sur son dos, la quantité d'oxygène suffi-

sante pour travailler dans n'importe quel milieu irrespirable, pendant plus de deux heures, sans le moindre inconvénient.

Pour créer un semblable appareil, il y avait deux moyens à employer :

1° En donnant au sauveteur un réservoir d'air comprimé, duquel il respirerait l'air qu'il lui faut, en expirant par une soupape, au dehors, l'air vicié. Mais, comme il y a toujours, dans l'air que nous expirons, une grande quantité d'oxygène non utilisé par le sang, cet oxygène était fatalement perdu;

2° Le deuxième moyen consiste justement à utiliser cet oxygène, en régénérant l'air expiré, c'est-à-dire en absorbant l'acide carbonique. Les expériences de Regnault et Reiset ont nettement établi que, si l'on remplace l'oxygène à mesure qu'il est consommé par le sang, et si l'on absorbe par la potasse l'acide carbonique éliminé, une quantité limitée d'azote peut servir indéfiniment à la respiration. Si le même azote peut servir, à quoi bon surcharger le sauveteur inutilement avec de l'azote; le sang ne prend de l'air que l'oxygène, qui en forme la cinquième partie. Une bouteille de 1 000 l d'air comprimé pèse 14 kg; une bouteille de 200 l d'oxygène comprimé, qui permet de vivre aussi longtemps, ne pèse que 2 kg.

Mais, il y a un autre inconvénient pour l'emploi de l'air comprimé avec expiration au dehors : il faut doser la quantité de litres d'air que l'on veut donner, au sauveteur, par minute. Si 8 à 10 l lui suffisent, par minute, au repos, il lui faut 20 et souvent 50 et 60 l lorsqu'il fait un grand effort, d'après des expériences de M. Berahaudt-Draeger, Ingénieur.

Comment régler cette quantité pour toute la durée du sauvetage?

Régler l'appareil à 20 l, ce n'est pas toujours suffisant; le régler à 50 l, il faudrait, pour vingt minutes seulement, une bouteille de 1 000 l, trop lourde et encombrante.

C'est la raison pour laquelle nous avons cherché la solution du problème dans la régénération de l'air. M. d'Arsonval a indiqué, l'un des premiers, un moyen d'absorber l'acide carbonique, par de l'alcali, en produisant simultanément de l'oxygène. MM. Desgrez et Balthazard ont résolu le problème, dans la construction d'un appareil basé sur un principe analogue, appareil qui fut présenté à l'Académie par M. Bouchard.

Cet appareil ne permettant aucune perte de l'oxygène, il fallait une blouse de scaphandrier, ce qui compliquait son emploi.

En Autriche, le Pneumatophore Walcher-Gaertner a marqué un grand pas en avant, ainsi que l'appareil Mayer-Pilar et plusieurs autres.

L'appareil respiratoire présenté par le conférencier, au nom de la Société l'Oxhydrique Française, est basé sur la régénération de l'air, c'est-à-dire l'absorption, par la potasse granulée, de l'acide carbonique produit par la respiration. L'oxygène consommé par le sang est remplacé automatiquement par celui que renferment une ou deux bouteilles à oxygène comprimé, contenant chacune 150 l. Ces bouteilles sont munies d'un manomètre indiquant, à chaque instant, la quantité d'oxygène restant dans la bouteille et d'un détendeur de précision et de sûreté, qui est réglé pour ne débiter dans le masque que 2 l d'oxygène par minute, de sorte que chaque bouteille peut servir pendant plus d'une heure.

Le casque emboitant le visage, tout en laissant les oreilles libres, est fixé derrière la tête par une courroie. Il est absolument étanche et suit toutes les sinuosités du contour de la face, grâce à une garniture pneumatique, dont le gonflement se fait par un petit ballonnet en caoutchouc. Sur la partie inférieure du casque, sont adaptés deux sacs imperméables, dont l'un est le réservoir pour l'air à inspirer et l'autre pour l'air expiré. Des valves (simples plaquettes en mica) empêchent l'air expiré d'être mélangé dans le masque avec l'air à inspirer. Sur le masque, à la hauteur des yeux, est placée une plaque de mica permettant de voir.



Fig. 1.

L'air expiré par le sauveteur dans son masque se rend directement, par un tuyau flexible en métal, dans la cartouche à potasse, qui le débarrasse complètement de son acide carbonique. Par cette régénération, l'air se trouve surchauffé, et il est nécessaire de le faire traverser un réfrigérateur avant de l'envoyer aux poumons. Le mouvement de l'air dans toutes ces canalisations est assuré par la force vive de l'oxygène sous pression, qui sort de la bouteille par une trompe formant giffard. L'oxygène entraîne l'air expiré à travers le régénérateur et le réfrigérateur, et le sauveteur respire aussi librement que sans masque.

L'air régénéré et rafraichi se rend dans le masque et dans le deuxième sac, d'où le sauveteur l'aspire. Le premier sac ne sert que de trop-plein pour l'expiration.

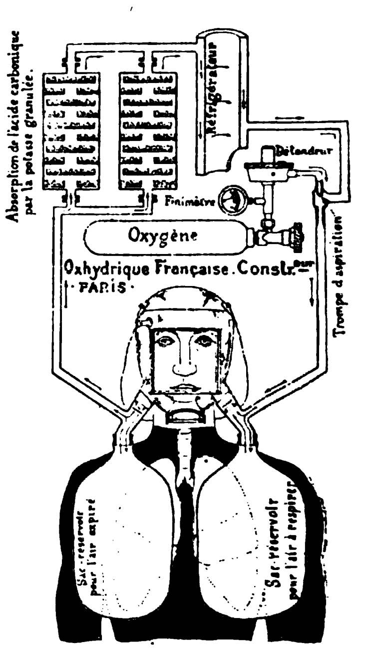


Fig. 2.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que l'élévation de la température de l'air ne constitue aucun inconvénient sérieux. Les seules qualités indispensables de l'air à respirer sont l'absence complète de l'acide carbonique, et une proportion d'oxygène largement suffisante. Ce sont ces deux conditions qui sont garanties par l'appareil pendant un travail de deux heures.

Le succès de l'appareil est dû surtout à l'emploi du détendeur, qui règle d'une façon très précise le débit à 2 l par minute de l'oxygène, contenu dans la bouteille sous une pression de 150 kg.

Quand le détendeur est mis en communication avec la bouteille, le gaz, qui, sous une pression déterminée, remplit la chambre du détendeur, ne peut en sortir que par un canal de jauge capillaire, calibré de manière à ne laisser passer qu'une quantité déterminée de gaz par minute.

Le gaz qui sort du tube F rencontre un obturateur en ébonite L, dont le serrage se fait à l'aide d'une manivelle E (soupape de fermeture du tube). L'oxygène, sortant par le petit tuyau *v*, arrive dans la chambre V du détendeur, où il rencontre un second obturateur *b* qui, en temps ordinaire, ferme le tuyau d'arrivée. Sous la pression d'une vis à ailette *h*, on agit sur une membrane qui a pour but de provoquer l'ouverture de l'obturateur, par l'intermédiaire de deux leviers. Le gaz, entré dans la chambre, en peut sortir, soit par la soupape de sûreté S, en cas où la pression serait brusquement trop forte, ou qu'il y aurait quelque chose

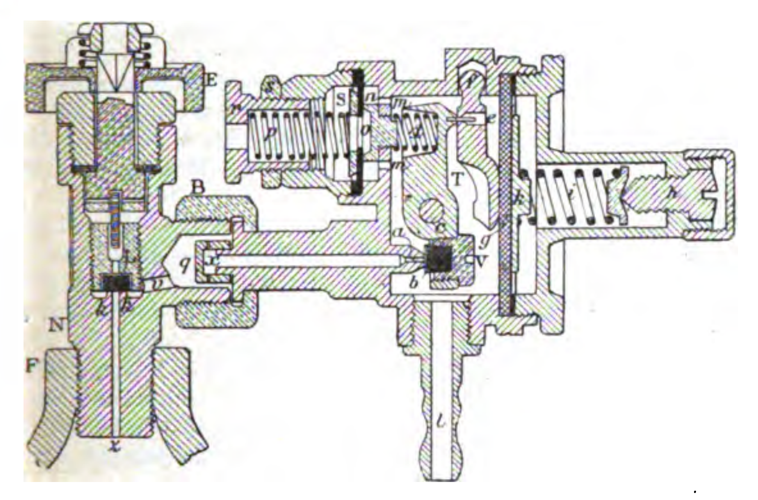


Fig. 3.

de détraqué, soit par le canal de jauge conduisant à l'ajutage *l*, qui sert à fixer le tuyau.

Le canal de jauge est réglé pour ne laisser passer qu'un nombre limité de litres par minute; ce débit se lit sur un manomètre dynamique, qui surmonte ce canal. La quantité de 2 l étant réglée pour l'appareil, la vis *h* est mise à l'abri par un chapeau à vis qui la recouvre.

C'est ce dosage exact par minute qui constitue l'originalité principale de ce détendeur.

De nombreuses expériences faites au corps des Sapeurs-Pompiers de Paris prouvent la valeur pratique de l'appareil, et des pompiers, qui sont restés pendant plus de quarante minutes dans la fumée, n'ont éprouvé aucun inconvénient.

M. le Président remercie M. le D[r] Guglielminetti de la communication très intéressante qu'il a bien voulu faire. C'est le rôle de la Société, de s'occuper des études servant à la sécurité publique. Dans le

même ordre d'idées, M. Forestier va exposer les dispositions prises pour sauvegarder la santé des personnes habitant le long des routes sur lesquelles circulent les véhicules d'invention moderne.

M. G. Forestier a la parole, pour sa communication sur la *Lutte contre la poussière et le goudronnage des routes* (avec projections).

M. G. Forestier fait d'abord remarquer que la poussière et la boue sont les deux états d'un même produit résultant de l'usure des matériaux d'empierrement et des déchets abandonnés sur la route.

Les inconvénients en sont très graves pour ceux qui circulent sur la route, pour les riverains, et préoccupent beaucoup les Ingénieurs chargés de l'entretien.

Aussi, depuis longtemps, les Ingénieurs Voyers se sont-ils ingéniés à trouver le moyen d'y remédier.

Dès 1871, un architecte d'Auch, M. Francou, eut l'idée d'employer le goudron pour protéger la route et fit des essais de répandage à froid de goudron auquel il mettait le feu.

Plus tard, en 1880, d'autres expériences furent faites à Sainte-Foix (Gironde), par M. Christophe, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; puis en 1888, à Saint-Gaudens, par l'Agent Voyer, M. Lavigne; en 1895, à Oran, par M. Hardy ; en 1899, à Mostaganem, par M. Pouyanne, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

En 1896, M. Girardeau, agent voyer à Luçon (Vendée) appliqua le goudron sur le chemin de grande communication traversant la ville.

Il remarqua que le goudron employé à froid prenait mieux là où il était chauffé par le soleil; aussi eut-il l'idée de chauffer le goudron avec un appareil primitif, avant de l'étendre.

En 1898, à Los Angeles (Californie), un Ingénieur Voyer songea à utiliser la propriété agglutinante du pétrole brut, renfermant 30 0/0 d'asphalte, qui est très commun dans le pays pour le répandre sur les routes très poussiéreuses en été et obtint toute satisfaction. En 1901, il y avait déjà, dans cette province, 86 km de route ainsi protégés.

En 1900, l'Ingénieur Rimini fit un essai à Lugo, en Italie, avec du goudron de houille mélangé à un siccatif breveté.

D'autres essais furent entrepris en 1901 à Monte-Carlo par le docteur Guglielminetti, au moment où les automobiles se multipliaient sur la Côte d'azur et où il devenait urgent de se débarrasser des poussières si nuisibles aux malades qui venaient chercher la santé sur la côte d'azur.

On en fit à la même époque d'autres applications à Genève et à Nice.

En 1902, sous la pression de M. le D[r] Guglielminetti, M. Sylvain Dreyfus, Ingénieur des Ponts et Chaussées, fit goudronner une partie de la route de Champigny, puis l'avenue de la Tourelle à Saint-Mandé et le boulevard Carnot à Vincennes.

La poussière a disparu pendant l'été; le goudronnage a résisté en partie à la pluie et à la gelée pendant l'hiver; la dépense n'était environ que de 0,15 f par mètre carré; en somme ces essais ont réussi.

La même année, avec le concours de M. Deutsch, M. Le Gavrian, Ingénieur des Ponts et Chaussées, fit, aux environs de Versailles, des expériences avec du pétrole brut et du mazout.

En 1903, l'Association Générale Automobile a accordé des subventions et un essai en grand du goudronnage a été fait sur la route de Saint-Cyr.

M. Lefèvre, Conservateur des promenades de la Ville de Paris, a fait goudronner la route aboutissant à la Porte Dorée.

En Seine-et-Marne, sous la direction de M. Heude, Ingénieur en chef du département, on a fait sur une grande échelle des expériences qui ont permis d'étudier la façon dont il fallait opérer.

En 1904, avec l'aide pécuniaire de certaines associations et journaux, des essais ont été faits dans l'est de Paris.

M. Forestier, le Conservateur des Promenades, a fait goudronner de nombreuses routes du Bois de Boulogne.

Dans Paris même, il y a eu environ 20 000 m² consacrés aux différents revêtements, notamment l'Avenue de la Grande-Armée, l'avenue de Wagram et le boulevard Péreire.

Un essai particulièrement intéressant, qui a été fait aux établissements Panhard et Levassor avec les conseils de l'orateur, a donné un résultat des plus satisfaisants.

L'essai qui a le plus frappé le public est celui qui a été exécuté avec de la vestrumite sur la piste des épreuves éliminatoires de la coupe Gordon Bennett.

Il y avait 80 km à mettre à l'abri de la poussière; l'opération a pu être faite en trois ou quatre jours, en employant 90 t de vestrumite, 900 t d'eau et en mobilisant 100 cantonniers.

C'est grâce, en partie, à cette précaution, qu'on n'a pas eu à déplorer les terribles accidents de la course Paris-Madrid, car les concurrents ont pu sans danger se dépasser.

Le Bureau de la Société des Ingénieurs Civils a cru que le moment était venu de porter tous ces faits à la connaissance de ses membres et l'orateur est très heureux d'avoir été chargé de faire connaître les résultats obtenus grâce à l'initiative du docteur Guglielminetti qui est l'âme de la ligue qu'il a concouru à fonder.

Après cet historique, M. Forestier, entre dans le vif du sujet, et étudie les conditions dans lesquelles se forment la poussière et la boue, afin de chercher les moyens que l'on peut employer pour y remédier et même les empêcher.

Il rappelle que les matériaux d'empierrement sont détruits en partie par les chocs que produisent les sabots des chevaux et les roues des voitures, mais cette usure est très restreinte et ce qui détruit le plus rapidement les matériaux, c'est le frottement de ceux-ci les uns contre les autres sous l'action des efforts que produisent les roues lorsqu'ils sont rendus mobiles.

Tant que la route est dure, par suite de la faible humidité qu'elle renferme, la gangue qui entoure les cailloux est très cohérente et ceux-ci ne se déplacent que très peu ou pas, de telle sorte que l'usure est insignifiante.

Au contraire, quand l'humidité dépasse une proportion déterminée, la gangue perd sa cohésion, les cailloux deviennent mobiles et l'usure croît très rapidement.

Le même phénomène se reproduit par une grande sécheresse, la gangue n'a plus de cohésion.

Si donc on pouvait maintenir la chaussée dans un état convenable d'humidité en déposant à la surface une sorte de manteau imperméable, la gangue conserverait toujours sa cohésion et l'usure serait beaucoup moins rapide.

Au lieu de chercher à obtenir ce résultat, on peut désirer augmenter l'efficacité des arrosages en mélangeant à l'eau, soit certains sels hygrométriques, soit des goudrons ou des produits asphaltiques rendus miscibles à l'eau par des sels ammoniacaux ou alcalins.

L'eau ainsi préparée s'infiltre en déposant une couche de matière grasse qui s'oppose à l'évaporation de l'eau et retient la poussière qui peut se former ou être apportée du voisinage.

C'est ainsi qu'après la réussite des premiers essais de la westrumite à Cristal-Palace à Londres, on l'a utilisée aux Éliminatoires dans les Ardennes, puis au Taunus, pour la Coupe Gordon-Bennett.

Pour arroser, avec les mêmes substances, des surfaces restreintes chez les particuliers, on peut fixer au bout des lances d'arrosage, un éjecteur dû à M. Forestier, le conservateur du Bois de Boulogne, et au docteur Guglielminetti.

En dehors de la westrumite, on a employé de même le pulvéranto, l'injectoline, la bitumite, la rapidite, l'odocréol, etc.

Pour le revêtement imperméable, les grandes surfaces, il fallait trouver une matière, huileuse ou grasse, bon marché. On a songé aux huiles lourdes de pétrole, contenant de l'asphalte, ou au mazout. Elles sont trop chères à cause des droits de douane. Restait le goudron de houille brut qui renferme un peu d'eau ammoniacale et d'essences légères favorisant sa solubilité et sa puissance d'infiltration.

Pour le répandre à chaud, puisque l'expérience montre que ce procédé est avantageux, on a utilisé différents procédés, entre autres de le faire partir de l'usine à aussi haute température que possible, afin qu'il arrive sur le chantier encore à 60 degrés environ.

Ce goudron, qui contient des huiles légères, bout avec effervescence dès 80 degrés, et on ne peut le chauffer que sur place.

Avant de déposer le goudron sur le sol, il convient d'abord de nettoyer celui-ci en le balayant énergiquement, afin que le goudron puisse pénétrer entre les pierres assez profondément sans faire pâte avec la poussière. Mais il ne faut pas exagérer, parce que c'est la gangue qui, en fixant ce caillou, donne à la chaussée sa cohésion et non le produit goudronneux qui doit simplement assurer l'étanchéité.

Pour que le goudron s'étende d'une façon régulière et pénètre bien, on a imaginé plusieurs procédés tels que de le régaler avec des raclettes, ou au contraire, de le verser en un jet faisant nappe.

M. Forestier montre les projections de différents appareils, notamment d'un fourneau sur roues avec grille amovible, qui a été construit par M. Audouin; d'un appareil analogue imaginé par M. Girardeau, puis d'un tonneau de 300 l, dit mitrailleuse, inventé plus tard par M. Audouin et dont le chauffage se fait par un foyer amovible. On

a employé les automobiles de la Compagnie des Asphaltes, après avoir à l'origine employé des arrosoirs de différentes dispositions, etc.

A Versailles, on a utilisé la mitrailleuse de M. Audouin qui permettait de faire 650 m² par jour ; elle se composait d'un tonneau sur deux roues, que deux hommes pouvaient traîner, muni d'une rampe à l'arrière.

Pour augmenter le travail utile, on a employé, dans certains cas, tantôt la mitrailleuse seule, tantôt, pendant que celle-ci rechargeait, des appareils plus petits comme les arrosoirs. On pouvait ainsi faire 1 300 m par jour.

On calcule la vitesse de ces appareils-là de façon à débiter 1 500 l par mètre carré.

Une opération reste à faire après le répandage, c'est d'obliger le goudron à pénétrer dans les joints entre les cailloux, cela peut se faire en brossant le goudron sur les cailloux.

L'épaisseur de la couche que l'on doit laisser sur les cailloux est fort controversée parmi les Ingénieurs. Avec des cailloux très résistants, comme les porphyres, il suffit que le goudron enchâsse ceux-ci qui peuvent faire saillie, tandis que les matériaux calcaires sont avantageusement recouverts d'une couche légère de goudron qui pénètre un peu dans leur masse et assure l'étanchéité du revêtement total.

Ces différents procédés étant exposés, quel est le résultat obtenu ?

Certains essais n'ont pas réussi, la couche de goudron a été détachée par la pluie ou par le gel sous forme de boue noirâtre.

Ceci est particulièrement à craindre là où les terrains sont spongieux et où l'humidité peut venir à la route de bas en haut.

Dans ces conditions, le goudronnage ne peut avoir d'intérêt que pour supprimer la poussière pendant l'été; il doit être fait tous les ans de la façon la plus économique possible.

Au contraire, dans les terrains bien assainis, il semble que la gelée et la pluie ne détruisent pas entièrement les bons résultats obtenus pendant l'été et que, chaque année, il suffit d'un goudronnage partiel moins onéreux que le premier.

En tout cas, le goudronnage présente un grand avantage pour la salubrité publique, il rend la route plus agréable en supprimant en grande partie la boue et la poussière et même il n'est pas onéreux parce que si le mètre carré revient en moyenne entre 0,15 f et 0,20 f en se basant sur le prix de 50 f la tonne pour le goudron, mais sans tenir compte des frais de gardiennage pendant la prise, il est certain, d'autre part, que l'usure de la route est considérablement diminuée.

Ainsi sur une voie très fréquentée qui doit être rechargée tous les trois ou quatre ans, ce qui représente environ une dépense de 3 f par mètre carré, on peut espérer ne la recharger que tous les cinq ans ou tous les six ans, ce qui produit une économie annuelle d'environ 0,25 f par mètre carré, supérieure aux frais d'un goudronnage renouvelé même tous les ans.

M. Forestier signale enfin qu'il vient de recevoir communication de M. Butner, de Munich, d'une brochure sur *l'Asphaltine*, mélange de schiste et d'asphalte.

M. Butner préconiserait l'emploi de ce produit, non pas seulement à la surface de la route, mais mélangé aux cailloux d'empierrement dont il formerait la gangue·

L'orateur déclare ne pouvoir recommander un procédé qui, au lieu d'enchâsser les cailloux dans une gangue cohérente, les placerait dans un magma huileux, réduisant les frottements et, par conséquent, permettant une extrême mobilité.

M. P. Mallet fait observer que l'exposé si complet et si intéressant que vient de faire le distingué Inspecteur Général des Ponts et Chaussées a laissé un point dans l'ombre, un point qui mérite quelque attention, à savoir l'emploi à froid du goudron mélangé d'huile lourde de houille.

Dès que l'emploi du goudron a été sérieusement examiné, plusieurs personnes simultanément, dont l'orateur, ont pensé qu'il serait facilité dans son emploi et amélioré dans ses résultats s'il était mélangé d'une certaine proportion d'huile lourde de houille.

Quelques expériences ayant paru confirmer cette opinion, le Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz s'est mis gracieusement à la disposition de M. le Directeur des Routes et de la Navigation pour faire des essais plus importants et plus suivis.

Ils ont, sur les indications de l'Administration, été effectués à Versailles dans le service de M. Le Gavrian, Ingénieur ordinaire.

On a d'abord, en petit, tenté des mélanges de 15 et 10 0/0 d'huile lourde, mais on a fini par reconnaître qu'un dosage à 7,5 0/0 est très suffisant. C'est celui qui a été adopté pour une application en plus grande échelle qui a été faite fin juillet dernier.

L'application du mélange de goudron et d'huile lourde est très facile et très simple parce qu'il est très fluide, même à une température de 15 degrés, aussi est-il inutile de faire intervenir un chauffage quelconque, ce qui constitue une très grande commodité et une certaine économie. De même l'étendage s'effectue plus rapidement et avec moins d'efforts.

La pénétration de ce mélange semble plus facile et plus complète que celle du goudron, elle atteindrait 0,03 m au lieu de 0,02 à 0,025 et il en faudrait moins pour obtenir un même résultat.

Il paraîtrait aussi que le mélange conserve plus longtemps une certaine plasticité qui contribue à sa bonne tenue.

Au point de vue microbicide, l'intervention d'une plus grande quantité d'huile lourde ne peut être que favorable parce que c'est cette portion du goudron qui contient les éléments les plus actifs à cet égard.

M. G. Forestier répond que l'avenir seul montrera la supériorité de de l'un des procédés employés. Il craint que le produit proposé par le syndicat soit trop cher et n'entraîne des opérations trop onéreuses.

M. P. Mallet dit qu'en admettant que le goudron soit vendu en moyenne 50 f la tonne, rendu dans les gares des régions où il sera employé, l'huile lourde de houille le serait de 60 à 80 f, mais en admettant même que son prix atteigne 100 f, celui du mélange ne serait que de 53,75, ce qui constitue une augmentation insignifiante par rapport au prix du goudron seul.

M. le Président remercie M. Forestier de sa communication si complète et si intéressante, ainsi que M. Mallet qui a apporté des renseignements complémentaires. Il fait remarquer combien est rassurante cette constatation que le coût du moyen d'empêcher la poussière et la boue soit inférieur aux économies à réaliser et que nous puissions espérer voir ainsi nos routes s'améliorer sans charges nouvelles.

Il rappelle qu'il est juste de féliciter M. le docteur Guglielminetti pour la part qu'il a prise dans ces travaux.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. J.-H.-R. Whinfield, E.-F.-A. Widmer, J.-H. Widmer, H.-A. de La Valette, comme Membres Sociétaires Titulaires, et de

M. E.-A.-G. Widmer, comme Membre Sociétaire Assistant.

MM. N.-L.-E. Fisbacq, F. Ferreira Ramos, J.-M.-C. Kievits, U.-E. Taubenheim, G.-J. Duchesne sont admis comme Membres Sociétaires Titulaires et

M. G. Pitre comme Membre Associé.

La séance est levée à 11 heures et demie.

L'un des Secrétaires techniques :
J. Deschamps.

VOYAGE MINIER
AU
NORD-OUEST CANADIEN[1]

PAR

J.-M. BEL

PRÉAMBULE

Messieurs et chers Collègues,

Je commence par m'excuser du retard apporté à cette communication que je désirais vous faire depuis longtemps.

Mon voyage au Klondike a été effectué de mars à juillet 1902. Il a eu un objet professionnel, mais je suis heureux de vous apporter la primeur des observations d'ordre technique, industriel et plus général que j'ai pu faire à cette occasion.

Leur exposé sera divisé en deux parties :

1° *Généralités*, comprenant : un aperçu géographique, la description du voyage, des voies d'accès et de communication, et surtout les conditions économiques (transports, main-d'œuvre, combustible, outillage, matériaux et articles d'alimentation);

2° *Gisements miniers*, comprenant : leur historique et leur description géologique, leur réglementation, leurs procédés d'exploitation, leur richesse et leur production.

3° Je terminerai par une *Conclusion* relative aux desiderata et aux espérances concernant ces régions reculées.

Au cours de ma communication, vous seront données des projections d'un certain nombre de vues photographiques, prises par moi-même et dont plusieurs sont reproduites au Bulletin. Je les compléterai par quelques autres, dont je suis redevable à l'obligeance de M. Paillard, qui était gérant du vice-consulat de France à Dawson à l'époque de mon voyage, et qui me fait l'honneur d'assister à la séance.

(1) Voir planches nos 89, 90, 91 et 92.

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

I. — Aperçu géographique.

§ 1. Limites et Superficie.

Le *Nord-ouest* canadien était constitué autrefois par les *Territoires* (1) de même nom, parmi lesquels, depuis 1895, a été organisé administrativement d'abord le *District*, puis le *Territoire* du Yukon. Ce dernier a pris son nom du grand fleuve arctique, qui arrose aussi le Territoire américain de l'Alaska, et qui est, comme on sait, le principal tributaire de la mer de Béring. Le Territoire du Yukon occupe presque tout le bassin supérieur de ce fleuve et les bassins de ses deux branches mères, le Lewes et le Pelly, provenant celui-ci des montagnes Rocheuses, celui-là de la chaîne côtière et du nœud formé des Alpes Alaskiennes et des monts des Cascades. Il présente la forme d'un triangle rectangle, dont les deux côtés rectangulaires sont un méridien et un parallèle, l'hypothénuse étant placée sur les montagnes Rocheuses (*Pl. 89, fig. 1*).

Ce Territoire est limité : au nord, par la mer de Beaufort, dans l'Océan Glacial Arctique; à l'ouest, jusqu'au mont Sainte-Élie, par le **141**e méridien O. de Greenwich (143° 20′ 14″ ou 9 h. 34 m. 21 s. O. de Paris), qui le sépare du Territoire de l'Alaska; au nord-est, au milieu de régions inexplorées, par une ligne conventionnelle, le séparant du Territoire canadien du Mackenzie, partant de la mer de Beaufort, suivant d'abord à la distance d'une vingtaine de milles, à l'O. et depuis son embouchure, le cours inférieur et moyen de la rivière Peel, un des plus grands affluents de gauche du Mackenzie, puis longeant les montagnes Rocheuses et leur revers oriental, pour se terminer à 60 degrés de Lat. N., sur la rivière Liard, autre grand affluent de gauche de ce fleuve; au sud, par le 60e parallèle N., qui le sépare de la Colombie britannique, et enfin par la frontière de l'Alaska sud-oriental, dont l'exacte démarcation vient d'être fixée le 21 octobre 1903.

(1) Nous rappelons qu'on appelle *Territoire*, dans l'Amérique du Nord, une subdivision administrative, qui n'a pas encore reçu l'organisation politique et parlementaire d'un *État* aux États-Unis, ou d'une *Province* au Canada.

Le Tribunal, chargé de régler la question anglo-américaine du contesté de l'Alaska, a défini cette dernière partie de la frontière : comme devant suivre l'arête de la chaîne des montagnes parallèle à la côte de l'Océan, lorsque celle-ci est située à une distance de moins de dix lieues marines de la côte, et, dans le cas contraire, comme devant suivre une ligne idéale, tracée à dix lieues marines de la mer, et ce, parallèlement à toutes les sinuosités de la côte, ces sinuosités comprenant tous les golfes ou fjords de la région.

Il faut remarquer que cette nouvelle frontière enlève au Territoire canadien du Yukon tout accès direct à l'Océan Pacifique, ce qui est un désavantage très considérable pour sa situation économique et industrielle.

Ce Territoire s'étend ainsi sensiblement du 60e au 70e degré de Lat. N., du 124e au 141e degré de Long. O. de Greenwich ; il peut avoir 1 060 km de longueur maxima du sud au nord, 921 km de largeur maxima de l'est à l'ouest. Sa superficie est de 510 160 km², très voisine de celle de la France.

§ 2. Développement de la contrée.

Les contrées du nord-ouest américain, peuplées, depuis un temps immémorial, par quelques tribus d'Indiens Esquimaux ou Innuit, qui, suivant les anthropologistes, seraient les congénères des Tchouktches du Kamtchatka, n'étaient considérés, au cours du siècle dernier, que comme des solitudes désertiques, sans valeur économique.

Connues sous le nom d'*Amérique russe*, ou de *Russie* et de *Sibérie américaine*, elles étaient placées sous la souveraineté de la Russie, comme ayant été, dès le xviiie siècle, découvertes et occupées par des sujets russes, Béring, Gvozdev's, Tchirkov, etc. (1725-1814), après l'avoir été, longtemps auparavant, par des Asiatiques, Chinois ou Bouddhistes, suivant l'opinion qu'on en a émise pour tout l'ouest lui-même de l'Amérique du Nord.

La vaste presqu'île nord-occidentale de l'Amérique, plus généralement appelée l'*Alaska*, fut d'abord divisée en deux parties entre la Grande-Bretagne et la Russie (traité du 16/28 février 1825). Puis celle-ci vendit, comme l'on sait (traité du 18/30 mars 1867), son domaine américain aux États-Unis pour la somme de 37 millions de francs environ. La partie américaine conserva seule le nom d'Alaska.

Dans ces derniers temps, toutes ces régions nord-occidentales de l'Amérique du Nord, à la fois du côté canadien et du côté des États-Unis, ont pris de l'importance, tant par le commerce des fourrures et l'industrie de la pêche, que surtout par l'industrie minérale.

Le développement de celle-ci, en effet, au cours des sept ou huit dernières années, a eu un grand retentissement, notamment pour l'exploitation de l'or, semblant promettre de s'étendre à d'autres minerais, tels que ceux de cuivre, de charbon, d'étain, etc.

§ 3. Orographie.

L'orographie du Territoire du Yukon est celle d'un plateau accidenté, lacustre et fluvial, doucement incliné vers le nord-ouest, adossé aux chaînes montagneuses citées plus haut. De profonds sillons y ont été creusés par de fortes érosions aqueuses, dues aux violents phénomènes de transport provenant de dégels extrêmement abondants.

On y accède, dans ses parties hautes, par des cols d'un millier de mètres d'altitude, situés dans la chaîne côtière *(Pl. 90, fig. 2)*. Ce sont notamment : au sud, les passes de White (alt. 790 m), de Chilkoot ou de Perrier (1 070 m), au nord; le portage de la rivière Peel (800 m) (1). Les parties basses, voisines du méridien frontière, sont situées entre 350 et 400 m.

Ce haut plateau est formé de collines aux croupes mamelonnées, aux flancs en pente douce, contrastant nettement avec le versant abrupt de la partie méridionale de la chaîne côtière, vers l'Océan Pacifique.

Dans la région du Klondike *(Pl. 91)*, les collines sont particulièrement arrondies, et se ramifient autour de la principale d'entre elles, séparant les vallées du Klondike et de l'Indian par 1 300 m (2) d'altitude à son point culminant, appelé *Dôme*. Les *cols* de passage sont celui du Bonanza par 1 150 m et celui du Hunker ou du Dominion par 1 050 m (3).

Les sommets les plus remarquables du Territoire sont : le mont *Logan*, par 5 955 m., qui serait son point le plus élevé ; puis au sud, dans la chaîne frontière, entourés de glaciers immenses,

(1) Service topogr. canad.
(2) Serv. topogr. canad.
(3) Observ. de l'auteur à l'aneroïde.

classés parmi les plus étendus du monde, le mont Saint-Élie, à l'altitude de 5494 m, et les monts :

Augusta	4267 m
Vancouver	4760
Cook.	4176
Seatle	3048
Pinta.	2713

Les rivières Lewes et Pelly s'écoulent du 60° au 63° parallèle nord, entre des rangées de montagnes dont les altitudes varient de 2438 m (mont Ingram, rive gauche du Lewes) à 1067 m (mont Mac-Millan, rive droite du Pelly, près de son confluent avec la grande rivière de même nom).

Vers le 64° parallèle et au delà, les plus hauts sommets se trouvent entre 2500 m (mont Campbell, sur le versant droit de la rivière du Klondike) et 914 m (au mont King, près des sources de la rivière Porcupine, l'un des plus grands affluents de gauche du Yukon).

Quant aux montagnes Rocheuses, il faut les considérer, dans ce Territoire, comme étant encore inexplorées.

§ 4. Hydrographie.

Le régime hydrographique du pays est assez particulier, et doit arrêter notre attention, car l'on sait que sans eau l'on ne peut guère exploiter d'alluvions aurifères. Ce régime est nécessairement fonction de la température moyenne et de l'humidité de l'atmosphère qui est très faible; car la chaîne côtière barre l'accès au Yukon des courants d'air plus humides venant de l'océan. Ces derniers pourraient, en effet, apporter sur la contrée, en toute saison, d'abondantes condensations, sous forme de pluie ou sous forme de neige, et cela au même degré que dans l'Alaska sud-oriental, beaucoup plus humide que le Yukon, et même que l'Alaska occidental. En effet, le Yukon se trouve sous les lignes les plus basses d'égale tension de la vapeur d'eau formant l'humidité atmosphérique : celles de 1 mm en janvier et 7 mm en juillet, c'est-à-dire celles qui indiquent respectivement 1 g et 7 g d'humidité par mètre cube d'air. Or, ces nombres représentent environ le tiers de l'humidité pouvant être contenue dans de l'air saturé. En sorte qu'il faut s'attendre, comme cela a lieu, à ce que l'alimentation des cours d'eau soit très irrégulière,

et que ceux-ci aient un régime torrentiel et un débit extrêmement abondant, mais seulement momentané, et ne pouvant durer que quelques semaines. Aussi l'utilise-t-on, pendant ce court délai, pour les lavages d'or, ou le traitement des minerais extraits au cours de l'hiver.

En dehors des crues exceptionnelles du début du dégel, ce débit, vers le milieu de mai, époque où il est le plus abondant, ne saurait guère atteindre dans la plupart des *creeks* ou ravins aurifères, de très nombreux mètres cubes par seconde, à en juger par nos propres mesurages. Au delà de cette période de débit maximum, il diminue, vers fin mai et au cours de juin, des deux tiers ou même des trois quarts. Puis survient une période de très faible abondance d'eau, durant laquelle on prépare les *exploitations d'été*, qui utilisent les eaux provenant des pluies de juillet et août, bien moins importantes que celles fournies par le dégel. Le débit des cours d'eau diminue dès lors très rapidement jusqu'à l'hiver, où les eaux font prise à nouveau dès le mois d'octobre.

En ce qui concerne la température moyenne, le Territoire du Yukon est compris entre les isothermes de 0 degré à — 12° C., qui suivent à peu près ses deux parallèles extrêmes, le parallèle moyen de 64 degrés, correspondant sensiblement à l'isotherme de — 5 degrés.

Et l'on conçoit que partout où existent des terrains perméables, comme des dépôts alluvionnaires de graviers et de sables, ceux-ci se présentent, toute l'année et jusqu'à la roche de lit, même à grande profondeur, sous l'aspect d'un conglomérat à ciment de glace ne dégelant jamais. Il ne faut en excepter qu'une faible épaisseur à la surface et quelques points particuliers situés au voisinage de sources d'eau liquide.

Sur ce conglomérat glacé viennent s'émousser ou se briser les outils d'acier le plus dur, ce qui a créé certaines difficultés aux exploitations minières. Mais, par contre, c'est là une circonstance heureuse pour l'exploitation des parties profondes de ces alluvions, car on n'a pas à y employer de moyens d'assèchement, qui devraient être particulièrement puissants, s'il fallait épuiser les nappes d'eau souterraines des cours d'eau. Il y a donc là, en quelque sorte, mis par la nature elle-même à la disposition de l'homme, pour les exploitations minières souterraines, ce procédé de la *congélation*, dont nos inventeurs européens ont fait, il y a peu d'années seulement, l'application artificielle.

Durant tout l'hiver, une partie de l'automne et du printemps, les cours d'eau restent pris des glaces. La neige recouvre alors uniformément tout le pays. Par réverbération, elle inonde les jours d'une lumière blafarde mais éblouissante; elle éclaire les nuits, dont elle diminue ainsi la longue durée, des lueurs empruntées à la lune, aux étoiles, ou souvent encore à de magnifiques aurores polaires ou boréales qui rayonnent en sillons immenses sur le firmament tout entier. L'éclat des clairs de lune en est amplifié au point de permettre l'exécution de belles photographies.

Le dégel commence en avril et se termine en mai; la neige et le gel reviennent vers le mois d'octobre. En été, seules les neiges perpétuelles blanchissent les sommets et les crêtes au delà d'un millier de mètres d'altitude. Du sommet des collines, on aperçoit alors la chaîne des Rocheuses se profiler nettement à l'horizon du nord-est, en une longue dentelure d'un blanc argenté, et former un magnifique décor, venant trancher heureusement sur le ton général du paysage, verdoyant et fleuri, des parties plus basses de la contrée.

§ 5. Cours d'eau.

Les principaux cours d'eau du territoire sont: le *Lewes* et le *Pelly*, dont la réunion forme le fleuve *Yukon*, le plus grand du Pacifique américain, avec 3 290 km de parcours total, depuis la source de sa branche maîtresse, le Lewes, située au col de Chilkoot. Il est navigable, l'été, aux navires à vapeur, sur 3 000 km, sans interruption depuis son embouchure jusque vers la limite sud du Territoire, malgré quelques rapides qu'on franchit aisément (Five Fingers, Rink, etc.), sauf toutefois ceux de White Horse où s'arrête la navigation. Son débit serait, l'été, de 23 000 m³ à la seconde (1), c'est-à-dire supérieur d'un tiers à celui du Mississipi; mais, l'hiver, il ne peut atteindre qu'une très faible proportion du chiffre de l'été, car le fleuve est alors pris des glaces ainsi que ses affluents, dont un grand nombre le sont même jusqu'à leur lit. En hiver, le Yukon constitue la seule route possible de pénétration, formée d'une chaussée de glace et de neige durcie par le passage des traîneaux.

Le Lewes, après avoir alimenté quelques petits lacs au voisinage de ses sources, forme, au nord du 60ᵉ parallèle, les lacs

(1) E. Reclus, *Géogr. univ., Am. bor.*, p. 207.

Bennett, Tagish et Marsh, les rapides de White Horse, au delà desquels commence la navigation, en été, puis le lac Laberge.

L'or a été reconnu dans la plupart des cours d'eau de la région, parmi lesquels nous citerons :

Les principaux affluents du Lewes : le *Teslin* ou *Hootalinqua*, le *Big Salmon* et le *Little Salmon*, à droite ; le *Wheaton*, le *Takini* et le *Nordenskiöld*, à gauche ;

Le principal affluent du Pelly, à droite : le *Mac-Millan* :

Les autres affluents remarquables du Yukon en territoire canadien : le *Stewart*, l'*Indian*, le *Klondike* et le *Porcupine*, à droite ; le *White*, le *Sixtymile* et le *Fortymile*, à gauche ;

Enfin, les principaux affluents du Klondike et de l'Indian, creeks et torrents, dans lesquels les gisements aurifères sont actuellement, et depuis 1897, en exploitation intense, et qui sont : pour le premier, le *Bonanza*, grossi de l'*Eldorado*, le *Bear* et le *Hunker*, à gauche ; pour le second, le *Dominion*, le *Gold Run*, le *Sulphur* et le *Quartz (Pl. 91)*.

§ 6. Climat, Végétation, Faune

Le Territoire du Yukon possède un climat glacial ou hyperboréen, comme ceux de la Scandinavie et de la Sibérie septentrionale, contrées sensiblement comprises entre les mêmes isothermes que ce Territoire, avec des températures extrêmes analogues.

La végétation forestière ne se montre guère au delà des altitudes d'un millier de mètres. Elle est extrêmement uniforme. Elle présente des essences au feuillage toujours vert, des conifères, notamment ceux de l'espèce épinette, ou sapin du Canada (*Picea nigra* et *P. alba*), dont les troncs en aiguilles, comme les feuilles, donnent au paysage un caractère véritablement hirsute. Le long des cours d'eau se rencontrent, en outre, quelques arbres au feuillage caduc, tels que des bouleaux, des peupliers, des trembles et des saules.

A la fonte des neiges, le sol apparait recouvert d'un épais manteau de mousses et de lichens, aux colorations variées, émaillé souvent de petites plantes herbacées portant de jolies fleurs, et parsemé d'autres végétaux vivaces, en buissons, broussailles ou arbrisseaux. Il s'y trouve, par places, des graminées, formant de rares prairies, servant de pâturages naturels, permettant ainsi l'introduction de bétail.

Ce tapis de lichens reste, en été, durant la journée, entièrement imbibé d'eau, qui regèle le plus souvent la nuit.

Le sol est fréquemment tourbeux, constitué par le *muck* ou terreau, formé de débris végétaux. Cette autre nappe organique est aussi très mauvaise conductrice de la chaleur qu'elle empêche de pénétrer dans le sous-sol, lequel reste ainsi éternellement gelé. Ces conditions rendent l'agriculture extrêmement difficile. Toutefois, avec des soins persévérants et tout particuliers, on a pu obtenir, l'été, des cultures de plantes fourragères et de plantes annuelles maraîchères, celles-ci caractérisées par des produits, souvent de remarquable grosseur, et qui sont au moins un appoint aux importations d'articles alimentaires végétaux, en attendant qu'ils y suppléent davantage à l'avenir. Mais, en général, les céréales n'y arrivent pas à maturité.

La faune du pays consiste surtout en Mammifères, parmi lesquels existait notamment le Mammouth *(E. primigenius)*, le Bison *(B. latifrons)* et le Caribou *(Rongifer)* à l'époque Pleistocène. Actuellement ce sont des espèces appartenant exclusivement à trois classes, deux dont les fourrures sont recherchées, celle des carnassiers, avec l'hermine, la marte, la loutre, le renard, le chien *(Malamut)*, le lynx, le loup, l'ours (noir, brun, grizzly, à gorge blanche, ou *Silver tip* et le *Vieux mineur)*, et celle des rongeurs avec l'écureuil et le lièvre; enfin, la troisième est celle des ruminants, servant à l'alimentation de l'homme et à la fabrication des pelleteries, avec l'élan *(Moose, Alces americanus)*, le cerf *(Orignal)*, le caribou ou renne arctique *(Rongifer groenlandicus)*, le mouton et la chèvre de montagne *(Ovis Dalli)*.

Les Poissons comprennent le *White fish*, le *Cod*, le *Sucker*, le brochet *(Pike)*, la truite et le saumon qui remonterait le Yukon jusqu'au confluent du Pelly.

Les Oiseaux sont assez nombreux, ce sont surtout : le ptarmigan ou tétras boréal, le canard, l'oie, le grouse ou poule de bruyère, la grive, l'aigle brun, le corbeau *(C. corox)*, le *Snow bird* (oiseau de neige), le martinet, le geai *(Perisoreus canadensis)*.

Les Insectes sont très rares, mais une espèce y pullule, c'est le moustique ou cousin, qui est une des plaies des régions polaires marécageuses ou tourbeuses, jusqu'à 70 degrés de latitude nord, et qui oblige les ouvriers à porter un voile au travail.

§ 7. Population.

Les habitants autochtones, quoique refoulés par l'invasion blanche ou européenne, appartiennent à la race dite boréale et comprennent diverses tribus d'Esquimaux, surtout des *Tagish* ou *Chilkoot*, dont le dénombrement, fait en 1895, aurait atteint seulement le nombre de 346.

La race blanche est venue, à son tour, occuper récemment ce pays, non seulement par les premiers pionniers, explorateurs, mais même par une population très diverse, arrivée tout d'un coup, comprenant plusieurs milliers d'habitants de toute origine, et composée de Canadiens, de Suédois, de Norvégiens, d'Autrichiens, d'Américains, de rares Français et Latins.

Le froid y est rigoureux, avec des minima cités comme les plus basses températures climatologiques — 72° F. ou 58° C. (15 janvier 1901); le maximum a été de + 32° C. (juillet 1902) (1). L'air est sec et salubre, il n'y a pas de paludisme, et le climat est rude mais sain.

Les difficultés de ravitaillement des premiers jours, dues à la grande affluence des arrivants, ont sensiblement disparu aujourd'hui, grâce à l'organisation méthodique et régulière, quoique encore coûteuse, des moyens de transport. D'octobre à mai, l'alimentation reste à peu près exclusivement basée, sauf de rares produits de chasse, sur la viande gelée importee et les conserves.

Le Territoire du Yukon est divisé politiquement en Districts miniers et en Postes de la *Police montée du Nord-Ouest* (N. W. M. P.), lesquels, au début, furent en même temps des campements, des comptoirs et des forts, pour devenir plus tard les chefs-lieux de ces districts, au fur et à mesure de l'arrivée de la population blanche. La police à cheval canadienne assure dans tout le pays une sécurité comparable à celle des pays les plus civilisés. Il faut le dire à sa louange.

La capitale actuelle, Dawson City, fut fondée en 1896 au confluent et sur la rive droite du Yukon et du Klondike, au pied du mont Mooseskin (964 m), époque de la première découverte de l'or grenu dans les torrents Bonanza, Eldorado et Dominion. C'est aujourd'hui une véritable ville *(Pl. 92, fig. 1)*, s'étendant

(1) Auzias Turenne, *La Géographie*, VII, 66.

le long du fleuve, avec une population de 9 142 habitants, sans compter celle des régions minières voisines.

La population du Territoire du Yukon était de 27 219 habitants au recensement de 1901.

Dawson est le centre des approvisionnements et le siège du Commissariat général ou du Gouvernement territorial. Elle est parfaitement organisée, bien qu'elle ait déjà brûlé trois fois; ses rues et ses avenues sont tracées en damier; leur réseau a 24 km de longueur totale (1); ses maisons sont construites en planches ou en bois ronds *(cabins)*, recouvertes en tôle ou en mousse; il y a quelques rares constructions en briques, faites à titre d'essai. Elle est dotée de toutes les ressources des villes civilisées : écoles, postes, télégraphe, journaux quotidiens et hebdomadaires, lumière électrique, hôtels, théâtre, clubs, hôpitaux, église, temples, banques, édifices du Gouvernement et de la municipalité, de l'évêché, de la police, pompiers, etc. Un service de téléphone met la ville en communication avec les mines jusqu'à la distance de 85 km. Un réseau de tramways urbains et miniers fait malheureusement défaut.

Dawson est située par :
Long. = 141°50′ (9 h. 25 m.) O. Paris;
Lat. = 64° 5′ N.;
Alt. = 368 m;
Isobare = 760 mm.

La déclinaison magnétique, en mai 1902, était orientale, décroissante et d'environ 33° 15′.

Après Dawson, la seconde ville du Territoire est White Horse, avec un millier d'habitants, située en aval des rapides du même nom, sur le Lewes. C'est la tête de ligne de la navigation du Yukon et du chemin de fer de la *White Pass*. Située près de la frontière, elle est le siège de la Douane canadienne, de même que Skaguay, à l'autre terminus du chemin de fer, sur le Pacifique, est celui de la Douane américaine.

Les autres principales agglomérations et villages en formation sont ; près de Dawson, *Grand Forks*, ou *La Fourche*, le plus peuplé, avec 500 habitants environ, au confluent du Bonanza et de l'Eldorado; *Gold Bottom*, dans la vallée du Hunker; *Cariboo*, dans celle du Dominion; *Gold Run*, etc.

Rappelons enfin les campements, forts et comptoirs plus an-

(1) *Rapp.* de M. Rendell, Ing. de la Ville (31 déc. 1902).

ciennement fondés sur le Yukon : *Hootalinqua*, au confluent du Teslin; *Fort Selkirk*, au confluent du Lewes et du Pelly, ou à l'origine du fleuve Yukon proprement dit; *Klondike*, sur la rive gauche du Klondike; *Fort Reliance*, un peu en aval de Dawson; *Cudahy*, au confluent du Forty mile.

En dehors du Territoire, les villes les plus importantes, servant de bases d'opération pour l'industrie minière et son ravitaillement en matériel, marchandises, etc., sont : au Canada, *Vancouver*; aux États-Unis, *Seattle* et *San-Francisco*.

II. — Voyage, voies d'accès et de communication.

§ 8. Itinéraire et Mines du groupe Alaska-Treadwell.

Tels sont, Messieurs, les traits généraux du pays où je vais vous conduire par la pensée.

Le voyage de Paris à Dawson peut s'accomplir en vingt-trois jours, et je l'ai effectué dans ce court délai. Il comprend deux parties. L'une, comme vous le savez, est celle de Paris à l'Océan Pacifique, avec ses nombreuses lignes de navigation française, allemandes et anglaises, faisant la traversée de l'Atlantique généralement en six ou sept jours, puis avec ses cinq voies ferrées transcontinentales, dont une est située au Canada, les autres, aux États-Unis, et qui mènent respectivement de Montréal ou de New-York, en cinq ou six jours, aux ports de Vancouver, de Seattle et de San-Francisco, sur le Pacifique.

C'est surtout des deux premiers ports que partent les voyageurs et les marchandises à destination du Yukon, par le *Puget Sound*, ou détroit de Puget. Alors commence la deuxième partie du voyage : après le paysage grandiose de la traversée des montagnes Rocheuses, on navigue au milieu du dédale des innombrables îles montagneuses et boisées de la côte du Pacifique, découpée en sinuosités infinies, et d'où les glaciers de l'époque actuelle descendent jusqu'à la mer, qu'ils parsèment de glaces flottantes *(icebergs)*.

Ces glaciers, quoique fort étendus, ne peuvent néanmoins donner qu'une idée très affaiblie du grand glacier pléistocène alaskien, qui n'avait pas moins de 2 000 km de longueur, et après la fonte duquel s'est formée, au cours d'une phase interglaciaire, l'interminable série de canaux et de fiords qui s'étend jusqu'au port américain de Skaguay, au fond du canal de Lynn, dans

l'Alaska sud-oriental *(Pl. 92, fig. 2)*. C'est là qu'on débarque, quatre jours après le départ de Seattle.

Au cours de la route, on passe à l'île Douglas, en territoire américain, près de Juneau, dans l'Alaska sud-oriental, et devant les usines à or des mines du groupe de l'Alaska-Treadwell *(Pl. 92, fig. 3)*, Mexican, United, etc., qui sont situées au bord de la mer, et que l'on peut ranger parmi les plus grandes du monde, dont vous connaissez la production considérable et les bénéfices importants, obtenus avec des minerais d'une teneur extraordinairement modeste, mais qui sont d'un énorme tonnage.

Les gisements aurifères de l'île Douglas sont filoniens, et de très grande puissance, d'une remarquable égalité de teneur; leur rendement utile n'est guère que d'une dizaine à une douzaine de francs, soit de 3 à 3,5 g d'or à la tonne de minerai. Par l'application judicieuse de l'abatage mécanique, soit à ciel ouvert, soit dans les travaux souterrains, par l'emploi de concasseurs géants établis à la recette des puits d'extraction eux-mêmes, par un traitement automatique, presque sans main-d'œuvre, basé sur l'amalgamation directe aux bocards, dans des usines de 240 et 300 pilons, effectuant le broyage du minerai à l'état très gros, suivi d'une simple concentration des résidus pyriteux tenant encore plus de la moitié de l'or contenu, concentration qui donne des produits expédiés par mer à des fonderies de cuivre du Territoire de Washington, grâce à toutes ces dispositions, extrêmement économes de la main-d'œuvre, on est arrivé à un prix de revient qui paraîtra extraordinaire pour un pays où les salaires moyens journaliers atteignent $ 3, ou une quinzaine de francs. Ce prix de revient, en effet, oscille autour de 6 et 8 f la tonne, suivant que l'exploitation se fait à ciel ouvert ou souterrainement, et permet par conséquent de réaliser des bénéfices.

L'extraction atteint 4 500 t par jour, pour l'ensemble des trois principales mines; les mines voisines ont encore un tonnage élevé, mais quelques-unes dont l'extraction est moindre arrivent à un prix de revient approchant rapidement de la valeur de l'or produit (1).

Pour accomplir cette partie de la route qui longe la côte du Pacifique, on a le choix entre les navires de cinq à six Compagnies de navigation canadiennes ou américaines, toutes à départs fréquents, respectivement soit de Vancouver et Victoria, soit de Seattle et San-Francisco.

(1) Voyez pour plus de détails *The Eng. and Min. Journ.*, LXXVI, sept. et oct. 1903.

Voici les caractéristiques principales d'un de leurs navires, construit en 1901, le *Spokane*, de la *Pacific Coast Steamship C°*, faisant aussi laroute de l'Alaska.

Longueur	85,65 m	
Largeur	12,19 —	
Profondeur	5,95 —	
Vitesse	15 nœuds	
Nombre de passagers de 1re classe .	124	224
» » 2e » .	100	

De Seattle à Skaguay, la distance est de 867 milles marins. A partir de Skaguay, la route devient terrestre jusqu'à Dawson, et comprend deux parties. L'une, dite de la passe de White, est celle de Skaguay à White Horse, par laquelle on arrive aujourd'hui, en huit heures de chemin de fer, sur le rebord méridional du plateau du Yukon, au terminus de White Horse, situé à 180 km de Skaguay. Les trains sont quotidiens.

Ce chemin de fer, qui est à voie étroite, et dont la construction, commencée en juin 1898, fut achevée en juin 1900, a pu, comme les autres lignes de l'Amérique du Nord, dans la traversée des montagnes de haute latitude, présenter certaines difficultés de construction; mais celles-ci ont été heureusement résolues par des œuvres d'art nombreuses et souvent remarquables. Avant d'arriver au col, notamment, est un pont en acier d'une grande hardiesse, celui de Summit (*Pl. 92, fig. 4*), près de la frontière canadienne. Le prix de revient total de la ligne aurait été de $ 5 millions, correspondant à celui de 144 000 f le kilomètre. Vous savez qu'aux premières années de la découverte de l'or au Klondike, l'accès du plateau du Yukon était très pénible pour les mineurs ou prospecteurs, et vous avez tous lu à ce sujet de légendaires récits.

A White Horse commence la seconde et dernière partie de la route : celle du fleuve Yukon. Comme le chemin de fer, elle est exploitée par la Compagnie de la *White Pass and Yukon Route*. Elle peut s'effectuer l'hiver par traîneaux à traction de chevaux (*stage*), allant sur une piste pratiquée sur les glaces mêmes du fleuve. Nous avons couvert nous-même, en trois jours et demi, la distance comprise entre White Horse et Dawson, qui est de 725 km (1). Ce fut un *record* dont parlèrent les journaux

(1) Depuis, on a tracé un meilleur chemin, presque entièrement terrestre et qui, n'ayant pas à suivre toutes les courbes du fleuve, aurait réduit la distance à 550 km.

locaux. L'été, ce trajet s'accomplit plus aisément en navires à vapeur fluviaux, à chaudières au bois, et exige deux jours à l'allée, quatre ou cinq au retour. Ce sont surtout des navires de la Compagnie *British Yukon Navigation*, qui exploite cette partie du fleuve en amont de Dawson.

Ainsi, de Paris à Dawson, le service postal et celui des voyageurs peuvent s'effectuer en vingt-cinq jours environ. Sauf quelques envois irréguliers de lettres par traîneaux à chiens, ce service est à peu près totalement interrompu en octobre-novembre et en avril-mai, pendant les périodes de la prise et de la débâcle des glaces du Yukon, qui durent chacune de cinq à six semaines.

Outre les traîneaux à traction de chiens *(Pl. 92, fig. 5)*, et même d'hommes, mais non de rennes, dont on n'a fait que des essais infructueux à l'aide d'animaux importés, d'autres moyens de transport sont encore nécessairement usités en hiver par les prospecteurs, comme aux premiers jours des découvertes. Ce sont les traîneaux à voile *(Pl. 92, fig. 6)*, le portage à dos de chiens *(Pl. 92, fig. 7)*, d'animaux à bât et à dos d'hommes *(Pl. 92, fig. 8)*. Enfin, nous avons vu le cyclisme lui-même pratiqué sur la glace ou la neige durcie, comme moyen de locomotion et de voyage. En été enfin, des chalands sont encore employés pour les transports sur le fleuve, comme autrefois, ainsi que de simples bateaux à voiles ou à rames.

§ 9. Voies locales de communication.

Dans les districts du Klondike et de l'Indian existent deux routes charretières *(Pl. 90, fig. 2)* :

1° Celle de Dawson au Dominion, par le Ridge ou le Dôme, allant de Dawson à la Fourche, desservant les vallées du Bonanza et de l'Eldorado, du Sulphur, du Dominion, du Gold Run, etc. Elle est praticable l'été seulement dans les parties hautes, en traîneau; dans les parties basses, aux véhicules à roues;

2° Celle de Dawson au Dominion par la vallée du Hunker, la seule qui soit praticable l'hiver en traîneaux; l'été, elle l'est aussi aux véhicules à roues.

En outre, on rencontre dans tout le pays des pistes ou sentiers *(trails)*, plus ou moins frayés, destinés aux explorateurs et aux prospecteurs.

§ 10. Frais de transport.

Tel est, Messieurs, le système habituel des voies de communication au Yukon. Ces routes sont assurément très dures à parcourir en hiver; sur les grandes voies, on trouve, aux relais, des auberges misérables *(Pl. 92, fig. 9)* quoique fort coûteuses; mais, en été, le voyage d'accès ou de retour est parfaitement confortable.

Les marchandises arrivant du dehors peuvent également suivre la route de la White Pass, mais en été seulement. L'hiver, cette route n'est praticable qu'aux envois par express et aux marchandises pouvant supporter le fret extravagant de 5 à 7 f le kilogramme, soit au moins de 5 000 f la tonne actuellement et, au moment de notre voyage, en 1902, de 7 000 f, c'est-à-dire qu'elle n'est pas viable, économiquement parlant.

L'été, entre Dawson et les ports du Pacifique, Vancouver, Victoria, Seattle, Tacoma, Port Townsend, et même San-Francisco, on a appliqué, en 1902, le tarif commun de 428 et 514 f par tonne métrique, le tarif variant entre ces deux limites suivant la nature et la quantité des marchandises.

Pour des quantités supérieures à 45 tonnes métriques, ce fret était réduit à 371 f la tonne métrique.

Le transport du bétail de Skaguay à Dawson, par troupeaux d'au moins treize têtes, payait 155 f par tête.

Pour les personnes, entre Dawson et Skaguay, durant la période de navigabilité du Yukon, voici les prix du voyage :

1re classe	414 f
2e —	326

On admet en franchise, 150 lbs ou 68 kg de bagages. Le surplus, jusqu'à Dawson, se paie, pour toutes les provenances de Seattle, Tacoma, Port Townsend, Victoria ou Vancouver, uniformément à raison de 1,614 f par kilogramme.

Entre Dawson et Skaguay, durant la période où il faut descendre le Yukon en traineau, les prix du voyage par personne étaient de 751 à 881 f.

La franchise des bagages, en traineau, n'était plus que de 12 kg; elle restait de 68 kg sur le chemin de fer. Le surplus se payait, en 1902 :

	Par kilogr.
Sur le chemin de fer, à raison de.	1,23 f
ou au tarif d'express.	0,83
Sur le traîneau	5,15
ou au tarif d'express.	4 »
TOTAL de Skaguay à Dawson	4,83 à 6,38 f

Ces prix très élevés sont évidemment très rémunérateurs pour les Sociétés de transports. Ainsi, par exemple, la Compagnie du Chemin de fer de la White Pass, au cours de ses deux premières années d'exercice, aurait réalisé 2 millions de dollars (10 millions de francs) de profits, c'est-à-dire que ces bénéfices ont été les 2/5 du coût total de la ligne. On peut donc espérer voir ces prix de transport diminuer dans un certain avenir.

Nous avons déjà dit qu'entre Dawson et les points extrêmes des districts aurifères voisins, il existe deux routes : celle du Ridge pour l'été et celle du Hunker ou du Dominion pour l'hiver. Ces deux routes sont carrossables, mais généralement en assez mauvais état, bien qu'elles aient été construites et qu'elles soient entretenues par le Gouvernement. Aussi les frais de transport y sont élevés.

La Compagnie *Orr and Tukey Limited*, qui est la principale Société locale de transports, appliquait, eu 1902, les tarifs suivants entre Dawson et le *town site* de Gold Run, situé dans une des vallées aurifères les plus éloignées, environ à 80 km de Dawson, soit à une dizaine d'heures de route, lorsque les chemins ne sont pas trop mauvais :

1° *Transports par charrette :*

	Par tonne métrique.
En été	400 f (1)
En hiver	200

2° *Transports par « stage » (diligence ou traîneau)* :

En été, par kilogramme	1,14 f
En hiver, —	0,91
Voyageurs, par personne.	155 f

(1) Ces prix auraient baissé un peu depuis lors.

§ 11. Projet de voie ferrée locale.

Un projet de voie ferrée a été conçu pour desservir la région minière voisine de Dawson, du moins la vallée du Bonanza et même le district de l'Indian, jusqu'à la partie inférieure de la vallée du Dominion. Cette ligne suivrait la route du Ridge. L'ouverture des travaux était préparée pour le mois de juin 1902. Mais la Compagnie, qui devait les exécuter, ne put alors réussir à réunir le capital nécessaire dont l'émission venait d'être tentée à New-York.

Ce projet était même de plus grande envergure. Il visait, pour une époque ultérieure, la jonction à White Horse de la nouvelle ligne avec la ligne actuelle de pénétration au Yukon, de Skaguay à White Horse, ainsi en desservant le district de la rivière Stewart.

Depuis cet insuccès financier, le Gouvernement canadien s'est sagement résolu à promettre à nouveau, et comme auparavant, une subvention de 6 400 dollars par mille, à la Société qui créerait une voie ferrée desservant les districts du Klondike, de l'Indian et du Stewart. Une Société viendrait d'être constituée à cet effet sous le nom de *Klondike Mines Railway C°*. La distance de Dawson au district du Stewart, par cette voie ferrée, serait de 135 km (84 milles), et la subvention totale, de 2 786 000 f (537 600 dollars) (1).

§ 12. Route de Saint-Michel.

Nous devons maintenant faire observer qu'avant la découverte de l'or au Klondike, et dès 1894, une voie d'accès beaucoup plus économique avait été ouverte par une Compagnie de commerce, la *North American Transportation and Trading* (N. A. T. T.). C'est actuellement encore la voie la plus pratique et la plus économique, quoique la plus longue, pour les marchandises qu'on a pu commander en temps voulu. Elle traverse l'Alaska septentrional, remonte le cours inférieur du Yukon, en partant de Saint-Michel sur la mer de Bering. Cette voie est desservie par les vapeurs de la première Compagnie, et aussi par ceux de deux autres Compagnies de commerce, l'*Alaska Commercial* (A. C.), anciennement *North Commercial C°* (N. C.), et la *North British*

(1) *Dawson Record*, 8 octobre 1903. Malheureusement, au moment où paraît ce mémoire, les travaux n'étaient pas encore à la veille d'être commencés.

American C° (N. B. A.). Voici les éléments d'un de ces navires, qui sont tous à roues motrices à l'arrière, le *Mary Ellen Galvin*, appartenant à la dernière Compagnie et mis en service en 1898 :

Longueur	m	60,95
Largeur.		19,49
Tirant d'eau.		0,45
Vitesse	nœuds.	20
Pouvant transporter	passagers.	435
Machine avec chaudière au bois de. . . .	ch	1 250
Éclairé à la lumière électrique.		

Le parcours de Saint-Michel à Dawson, par cette voie, s'effectue en douze à quinze jours sur une distance de 2 575 km. Depuis cette année, les navires sont chauffés au pétrole, ce qui leur a permis d'arriver plus vite, en économisant le temps employé à charger du bois en route. On peut arriver à Saint-Michel, des différents ports du Pacifique, et de Seattle en particulier, en une quinzaine de jours, par l'une des Compagnies maritimes du Pacifique. Cela fait au total un mois environ.

Par cette route, le fret, pour les marchandises autres que les animaux vivants et les bois de construction, serait de 228,50 f par tonne métrique, de Seattle à Dawson, sur 3863 milles marins de parcours. Aux prix qui précèdent, il faut ajouter ceux de 200 f en hiver, 400 f en été pour les frais depuis Dawson jusqu'aux mines les plus éloignées, à 80 km de Dawson.

§ 13. Voies de pénétration futures.

Enfin, pour être complet, ajoutons qu'il existe un grand nombre d'autres routes d'accès, mais qui ne sont que des pistes à l'usage des explorateurs, chasseurs, pêcheurs, traitants ou touristes, lesquelles n'ont chance de devenir, que dans un avenir plus ou moins éloigné, des voies de pénétration commerciales ou industrielles.

Ce sont celles qui proviennent soit du Territoire du Mackenzie, soit de celui de la Colombie britannique ou encore de l'Alaska. C'est par l'un des deux premiers Territoires qu'on a conçu l'idée d'arriver plus tard avec une voie d'accès entièrement canadienne, n'ayant pas, comme les routes habituelles actuelles, l'inconvénient de traverser la double douane américaine et canadienne. C'est l'espérance que caressent tous ceux qui désirent et sou-

haitent la prospérité du Territoire du Yukon, et qui sont dans le vrai assurément, si cette voie peut être à bref délai posée sur rails. Mais c'est là une entreprise qu'il appartient surtout au Gouvernement canadien de tenter ou d'encourager par des subventions suffisantes.

III. — Conditions économiques diverses : main-d'œuvre, matières (combustibles, outillage, matériaux et articles d'alimentation).

§ 14. Main-d'œuvre.

Pour terminer cette seconde partie, jetons un coup d'œil sur les autres principaux chiffres, qui marquent les conditions écomiques particulièrement élevées de l'industrie praticable sous ces hautes latitudes.

La main-d'œuvre paraît suffisamment abondante pour les besoins courants de l'industrie minière. Les salaires se paient d'après deux modes différents, suivant que la nourriture et le logement sont ou non fournis par l'exploitant.

Suivant le premier mode, qui est le plus fréquent, les ouvriers mineurs sont payés de 15,55 f à 25,90 f par journée de dix heures, soit en moyenne, 20,73 f. On peut admettre que la nourriture coûte à l'exploitant de 6,22 f à 8,30 f par homme et par jour, suivant la distance à Dawson, mais dans les districts voisins. Cela met le prix de revient des salaires à 28 f en moyenne.

Suivant le second mode, les salaires sont de 36,36 f à 41,54 f soit de 39 f en moyenne. En ce cas l'exploitant leur fournit le logement et la nourriture, en retenant pour cela 15,55 f par jour, ce qui ramène les salaires sensiblement au prix du premier mode.

Si l'ouvrier désire prendre sa nourriture ailleurs que chez l'exploitant, ou s'il est marié, ce qui est peu fréquent, le dernier mode est préférable pour lui.

Le loyer d'une *cabin*, ou cabane en bois ronds, recouverte de terreau et de mousses, se paie environ 128 f par mois.

Les salaires des ouvriers spéciaux, chauffeurs, charpentiers, forgerons sont sensiblement analogues ou plus élevés d'un dollar.

Les mécaniciens, les contremaîtres se paient jusqu'à 51,80 f par jour.

§ 15. Ressources naturelles.

Les ressources naturelles se limitent surtout aux combustibles et aux bois de charpente.

L'eau, d'après le régime qui en a été exposé plus haut, ne pourrait guère servir que très rarement comme force motrice, par suite de sa trop grande irrégularité.

On produit, dans le voisinage des mines, du bois de chauffage qui revient, suivant les localités, de 10 à 20 f le stère.

La tourbe, qui existe dans le pays assez fréquemment, n'a encore reçu aucun commencement d'exploitation.

Les exploitations minières un peu importantes ont une scierie à vapeur, et produisent leur bois de charpente ou de construction, à raison de 232 f les mille pieds, en billots, et à 500 f, en planches.

Le bassin du Yukon, à quelque distance en amont et en aval de Dawson, et même celui du Klondike renferment des gîtes de combustible minéral, qui est généralement du lignite des époques crétacique et tertiaire.

En outre, on m'a signalé, non loin de White Horse, des gîtes de charbon gras.

Enfin on a pu exploiter quelques rares gisements de calcaire, pour chaux, et d'argile à briques; mais la construction en maçonnerie est encore une curiosité assez rare à Dawson.

§ 16. Prix de revient des articles importés.

On conçoit, après les prix de fret indiqués plus haut, pouvant varier depuis 3 à 400 f la tonne jusqu'à des milliers de francs, que les marchandises, qui ne se trouvent pas en quantité suffisante en hiver sur le marché de Dawson, atteindront tous les prix imaginables, car ces derniers prix de fret apparaîtront à vos yeux pratiquement comme prohibitifs.

Ce fut surtout le cas, aux premiers moments de la découverte de l'or, par suite d'une affluence tout à fait imprévue de population. Celle-ci eut alors à supporter, ce n'est pas douteux, bien des misères et des maladies épidémiques, telles que le scorbut, la fièvre typhoïde, etc., avec une mortalité considérable, qui n'a pas été chiffrée.

Bien que la plus petite pièce de monnaie courante soit encore

celle de 1,25 f, ces prix justement qualifiés d'extravagants ont cessé d'être fréquents.

D'ailleurs l'intérêt de l'argent aurait varié de 2 à 3 0/0 par mois, suivant les époques et l'importance du capital emprunté. A ces taux, les banques consentaient assez volontiers des prêts aux mineurs peu fortunés, en prenant, toutefois, hypothèque sur leur mine et leur production. Mais, alors, il fallait calculer les amortissements sur un délai de trois à quatre années au maximum.

Enfin il faut ajouter à toutes ces conditions, déjà si onéreuses, les droits de douane, qui auraient donné au revenu de l'intérieur, en 1901-1902, un produit de 2 150 000 f pour une valeur totale de marchandises importées qui se serait élevée à 25 millions de francs, et qui indiquerait, par conséquent, des droits moyens de 8,6 0/0 de la valeur sur la généralité des marchandises importées.

Les frais généraux de l'industrie doivent être à leur tour bien considérables, surtout si l'on veut, comme c'est légitime, employer à sa direction des hommes éprouvés, capables, honorables.

Voici quelques-uns des prix normaux actuels de gros, pour les articles principaux nécessaires à l'industrie minérale, et qu'on peut se procurer à Dawson. Le prix de ces articles devra naturellement être majoré des frais de transport locaux déjà indiqués ci-dessus.

		Francs.
Acier, en feuilles ou en barres . .	kilogr.	1,61 à 1,71
Bois de construction ordinaire. . .	mètre.	1,02
Bois choisi, pour canaux de lavage .	—	1,69
Bougies.	caisse.	22 à 24,61
Brouettes en bois	pièce.	41,46 à 62,19
Brouettes en fer.	—	103,65 à 129,56
Câbles en acier de 9 1/2, 12,7 et 19 mm.	mètre.	3,37 — 4,26 à 9,38
Charbon de forge	kilogr.	0,79
Chaudières à vapeur.	cheval.	259,12
Clous, fers à chevaux	kilogr.	1,71
Dynamite.	—	3,43
Fers en feuilles, en barres	—	1,48 à 1,71
Fourches de lavage	pièce.	15,54
Haches	—	10,36 à 12,96
Huile de lin.	litre.	2,85

		Francs.
Machines à vapeur	cheval.	207,30
Manches de pelles et de pics	douzaine.	38,86 à 46,64
Pelles	—	103,65 à 129,56
Pics, avec manche	—	186,57
Scrapers	pièce.	129,56 à 155,47
Tuyaux de conduite pour vapeur de 12,7 — 19 et 25,4 mm	mètre.	2,26 à 4,26

Nous citerons encore le prix des principaux articles d'alimentation sur le marché de Dawson :

		Francs.
Avoine	kilogr.	0,91
Beurre	—	5,14
Farine	—	0,68
Foin	—	0,74 à 0,80
Fruits secs	—	1,14 à 2,86
Haricots	—	0,57 à 1,02
Jambon	—	3,43 à 3,66
Lard	—	2,28 à 3,43
Noix	—	3,43
Pâtes	—	1,42 à 2,28
Pois secs	—	1,71
Pommes de terre	—	2,28 à 3,43
Porc salé	—	3,31
Riz et orge	—	1,14 à 1,25
Sucre	—	0,91 à 1,42
Thé	—	5,72
Viandes gelées (bœuf, mouton, porc, veau)	—	2,86 à 4,56
Poisson, volailles et gibier	—	2,28 à 5,72

Enfin voici les prix des principaux spiritueux aux mines un peu éloignées :

		Francs.
Vin	litre.	32,39
Bière	—	10,36
Whiskey	—	18,25

Les prix de 1902 sont assez peu différents de ceux de l'année précédente, ils semblent donc s'être rapprochés de leurs conditions normales, à de faibles variations près. On espère toutefois

les voir s'améliorer encore. On peut donc considérer les nombres qui précèdent comme figurant actuellement, et pour un certain temps, l'atmosphère ambiante des conditions économiques de l'industrie et de la vie au Yukon..

IV. — **Résumé.**

§ 17. — En résumé, Messieurs, et en conclusion de cette Première partie de mon travail, vous voyez que les conditions générales et économiques de ce pays sont telles qu'elles doivent conduire l'exploitation des mines à un prix de revient à son tour très élevé, quelque grand que puisse être l'esprit de prévision et de bonne administration qui y préside.

Les gîtes minéraux exploitables devront donc présenter une très grande richesse, pour supporter de pareilles conditions. Le manque de voie ferrée, sans empêcher l'amélioration naturelle et lentement progressive de ces conditions, les laissera toutefois encore quelque temps sans changement très notable et, par conséquent, sans amélioration très sensible ou décisive.

DEUXIÈME PARTIE

GISEMENTS MINIERS

I. — **Historique.**

§ 18. Premières explorations.

C'est d'or alluvionnaire exclusivement dont les gisements constituent, avec des gîtes de charbon, de cuivre et peut-être d'étain (1), toute la richesse minérale actuellement reconnue du territoire du Yukon. Ce Territoire, alors qu'il n'était lui-même que le District de même nom, était déjà ouvert au commerce, depuis 1840, par les trafiquants R. Campbell et A. H. Murray, de la Compagnie de la Baie d'Hudson.

Dès 1864, les missionnaires, tels que le Rev. Mac Donald, venus pour y civiliser les indigènes, faisaient connaître que le pays était aurifère.

(1) Le minerai d'étain à l'état alluvionnaire, aurait été découvert en 1903, dans le creek Ladue, tributaire de la rivière de White.

Peu après, vers 1870, commence la période d'exploration, et les premiers mineurs prospecteurs, venant du district de Cassiar, dans la Colombie anglaise, tentent sans succès, l'exploitation minérale de ces régions.

En 1872, d'autres leur succèdent. Ce sont : A. Harper, F. Hart, S. Wilkinson, G. W. Finck et Hansellar, qui se livrent à l'exploration minérale du Liard, du Mackenzie, du Porcupine et du Yukon. Partis de Fort Saint-John, ils suivent la rivière Peace et vont jusqu'aux sources de la rivière Nelson, qu'ils descendent en hiver jusqu'au Liard.

Harper n'aurait rien trouvé sur le Nelson ni sur le Mackenzie, mais il aurait constaté des indices aurifères sur le Liard et le Porcupine, de « bons indices » sur le Peel, et des « indices partout » sur le Yukon.

En automne, ils remontent depuis Fort Yukon jusqu'à 400 milles sur la rivière White, l'explorent en hiver ainsi que ses tributaires et ne font aucune découverte utile.

En 1878, d'autres mineurs attirés par les nouvelles données par Harper, arrivent de la Colombie anglaise.

§ 19. Premières exploitations.

En 1881, des mineurs, ouvrent une autre voie d'accès, celle de Dyea et commencent les premières exploitations aurifères. Celles-ci se bornent au simple orpaillage des barres du Lewes, du Salmon, qu'ils poursuivent, en 1883, sur celles du Stewart. Ils y auraient obtenu des résultats satisfaisants, et c'est alors au confluent du Stewart et du Yukon que s'établit le centre d'activité du pays.

De 1885 à 1887, des mineurs se livrent aussi à l'orpaillage sur les barres de l'Hootalinqua et du Yukon entre cette rivière et le Pelly. Une de ces barres, celle dite de Cassiar, aurait produit 6 000 dollars en trente jours. Une drague y fut transportée par la suite, qui plus tard fut installée sur le Bonanza, où nous l'avons vue fonctionner.

En 1886, l'or *grenu*, par opposition à celui plus *léger* des orpailleurs antérieurs, est découvert pour la première fois sur la rivière Fortymile, à 38 km de son confluent avec le Yukon.

En 1887, le Gouvernement canadien envoie une mission d'exploration scientifique, celle de MM. Dawson et Ogilvie, qui

rédigent, en 1889, un rapport complet sur leur expédition, publié par le Gouvernement canadien.

En 1891, les découvertes se développent dans le bassin du Fortymile, ainsi que dans ses affluents, notamment le Brick Creek, et s'étendent à la rivière Sixtymile.

En 1892, la ville minière de Cudahy est fondée au confluent du Fortymile.

En 1894, se crée la Compagnie américaine commerciale et de transports (N. A. T. and T. C°), ou Compagnie du Capt. Healy, de Chicago, avec centre à Cudahy. Cette Compagnie établit dès lors le premier service régulier de bateaux à vapeur, venant de Seattle par Saint-Michel et le Yukon inférieur.

§ 20. Organisation du Territoire du Yukon.

A ce moment, le gouvernement canadien envoie Constantine, officier de la police montée du nord-ouest, qui visite Cudahy et y constate déjà une production de 300 000 dollars d'or natif, provenant du district du Fortymile. L'année suivante, en 1895, cet officier est chargé d'organiser politiquement et administrativement le nouveau Territoire; il fonde le fort Constantine. C'est la même année que le prospecteur Sullivan, après avoir exploité l'or dans le Stewart et à Circle City, découvrit les premiers gisements de charbon connus dans le Territoire.

§ 21. Découverte de l'or au Klondike.

Enfin, en 1896, se produisit la découverte de l'or grenu dans le bassin du Klondike. Elle y fnt faite sur la rivière That-tat-dik-an des Indiens, Muffler creek des Anglais, appelée depuis Bonanza, mot espagnol qui, comme on sait veut dire bonheur, prospérité, et que les Nord-Américains ont appliqué souvent aux découvertes heureuses de métaux précieux.

Cette découverte est due à M. G. Carmack, à la suite des indications données par R. Henderson, qui venait d'explorer la rivière Indian, et le creek Gold Bottom.

Fin août 1896, un groupe de mineurs, Whipple, Physcater, Clemens, Kellar et Standard, découvrent l'or grenu dans le creek Eldorado, le principal tributaire du Bonanza et démarquent les claims n° 1 à 6 *(Pl. 90, fig. 2)*.

Les découvertes s'étendent la même année, successivement au bassin de l'Indian et aux creeks Dominion, Sulphur, Quartz.

On découvre également l'or en grains, sur le creek Mooseskin, et de l'or en paillettes sur le sentier dit de Dalton, à mi-route de la côte et de Selkirk, dans la rivière Alsek, du versant de l'Océan Pacifique.

Henderson découvre l'or dans la rivière qui a pris son nom, et qui se jette directement au Yukon à 4 km en aval du confluent du Stewart.

A ce moment, a lieu la fondation de Dawson City, dont le nom est celui du premier géologue canadien qui avait exploré ce pays. On y transporte la capitale du Territoire. On y établit une administration complète composée d'un Commissaire général, représentant de la Couronne, nommé à Ottawa, gouvernant avec « l'avis et le consentement » d'un Conseil du Territoire, qu'il préside et qui est composé de onze membres, dont six élus au suffrage universel et cinq fonctionnaires. On y institue en outre une Cour de justice, une Juridiction minière, un Service des mines, un Service du domaine, une municipalité, etc.

Dès lors, les découvertes se multiplient sur tous les creeks de la région qui forme, à l'ouest de Dawson, une sorte d'immense ovale de 80 km de long, sur 25 à 30 de large, comprenant les deux districts auriferes du Klondike et de l'Indian, dont l'exploitation est poursuivie partout à la fois de la façon la plus intensive, jusqu'à présent où l'on commence à se préoccuper de faire de nouvelles découvertes.

Des prospecteurs sont allés tout récemment explorer les nouveaux districts du Stewart et de ses affluents le Dunkan, le Clear creek et même le système des Rocheuses; mais la mise en exploitation de ces nouveaux districts sera l'œuvre de l'avenir.

II. — Description géologique.

§ 22. Bibliographie

Ce que l'on sait de la constitution minérale est fourni par les Rapports annuels des Services géologiques du Canada et des États-Unis (1), et notamment par les travaux de George M. Daw-

(1) En particulier dans le XX[e], 7[e] part.

son (1), de M. J. E. Spurr (2) et de M. R. G. Mc Connell (3). Nous n'avons donc à dire ici que quelques mots très sommaires de la géologie locale (4).

§ 23. Géologie générale.

Les Territoires canadiens situés au delà du lac des Bois et des autres grands lacs ainsi que de la baie d'Hudson, comprennent : au sud, ceux de Manitoba, Assiniboine et Alberta ; à l'ouest et au nord-ouest, la Colombie britannique et le Yukon ; au nord, le Mackenzie ; à l'est, le Kewatin ; enfin au centre, l'Athabasca et le Saskatchewan. Leur immense ensemble, situé au delà du 49e parallèle nord, va du 80e au 141e méridien ouest de Greenwich.

(1) *Report on an Exploration in the Yukon District, N. W. T., and adjacent Northern portion of British Columbia*, 1887, avec Appendices I à VII et Cartes I à III.

(2) *Geology of the Yukon District, Alaska*, (U. S. Geol. Surv. 1896-97. Rep. XVIIIth Part. 3).

(3) *Report on an Exploration in the Yukon and Mackenzie Basins*, 1887-88. Ottawa, 1898, avec Appendice I et Carte 9.
Preliminary Report on the Klondike Gold Fields, Yukon District, Canada (Geol. surv. of Canada). Ottawa, 1900.
Origin and distribution of Yukon Gold (Canada, Min. Instit), Ottawa, 1902.

(4) Pour plus ample informé, on pourra encore consulter utilement, depuis l'année 1896, les collections de *The Mineral Industry*, de *The Engineering and Mining Journal* (New-York), de *Mining and Scientific Press* (San-Francisco), des périodiques publiés à Dawson, quoique ces derniers sous réserve d'un rigoureux contrôle, du Bulletin de la *Société de Géographie* de France, et enfin les principaux mémoires ci-après :
H. Bratnober, *Alluvial deposits of the Klondike* (Eng. and Min. Journal, oct. 1897).
J. D. Mc Gillivray, *Reports New-York Herald, 8 déc. 1897* (Min. and Scient. Press 18 déc. 1897).
R. Z. — *Gîtes d'or de la Klondike River* (Ann. des Mines, Bull. 9e série, t. XII, 10e liv.). Paris, 1897.
J. B. Tyrrell, *The geology of the Klondike Region* (Amer. geol. Soc., déc. 1898).
J. B. Tyrrell, *The Basin of the Yukon River in Canada* (Scott. géog. magaz. june, 1900).
H. A. Miers, *Yukon. A visit to the Yukon Gold Fields* (August, 1901).
The Geolog. Survey Corps. — Geological map of the Dominion of Canada, 1901.
The Geolog. Survey Corps. — Economie minérale du Canada (Cork. internat. exhibit., 1902).
W. M. Brewer, *White Horse mining district (The Eng. and Min. J. feb. 1 exhibit.*, 1902).
Enfin, complétant cette bibliographie à un point de vue plus général, on pourrait encore lire avec intérêt :
W. Wilson, *Guide to the Yukon Gold Fields*. Seattle, 1895.
W. Ogilvie, *Guide officiel du Klondike*. Toronto, 1898.
L. Boillot, *Aux Mines d'or du Klondike*. Paris, 1899.
G.-N. Tricoche, *Le Klondike* (Rev. de Géographie XXIe année, 1898, pp. 279, 345, 434).
R. Auzias-Turenne, *Voyage au pays des Mines d'or. Le Klondike*. Paris, 1899. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires :
N° 60 de 1901 : *Les Mines de l'Alaska et du Yukon.*
N° 209 de 1902 : *Le Territoire du Yukon et la production aurifère pendant l'année 1902.*

Le terrain Laurentien, qui représente l'époque Archéenne, recouvre tous les Territoires du Kewatin et du Mackenzie, ainsi que le bassin supérieur du Yukon, depuis un point situé très peu en aval du confluent des deux branches mères de ce fleuve, le Lewes et le Pelly.

La région du Pacifique est marquée d'une façon très accentuée par la chaîne Côtière, qui forme le relief de toute la côte de la Colombie britannique et pénètre dans le Territoire du Yukon, où elle comprend les montagnes du versant gauche du bassin du Yukon. Cette chaîne, le long de la côte, est constituée par des roches cristallines, surtout granitiques. Parallèlement à elle, à l'est, le terrain Crétacique lui est adossé, se développant entre cette chaîne et les montagnes Rocheuses, en un vaste bassin, sur un haut plateau, qui a été surtout en Colombie britannique, à l'époque miocène, le théâtre de phénomènes volcaniques considérables. Ceux-ci se sont étendus même à l'ouest de la chaîne Côtière, dans la partie méridionale de la presqu'île de l'Alaska, se prolongeant jusqu'aux îles Aléoutiennes.

Les montagnes Rocheuses sont, dans cette région et sur les les deux versants, constituées surtout par des formations paléozoïques, allant de l'époque Cambrienne à l'époque Triasique, et au milieu desquelles émergent quelques îlots de terrain Laurentien et de terrain Tertiaire.

A l'est des Rocheuses, le terrain Crétacique recouvre les Territoires du Saskatchewan et d'Assiniboia. Dans l'Alberta apparaît une vaste étendue de couches dites de Laramies, qui constituent en Amérique le sommet des formations mésozoïques.

Enfin à l'est du lac Winnipeg, au sud de celui d'Athabasca et au sud-est de la baie d'Hudson, s'étendent deux grands lambeaux de terrain paléozoïque inférieur allant du Cambrien au Silurien *(Pl. 90, fig. 1)*.

§ 24. Géologie du Klondike.

Le sous-sol de la région qui comprend les districts de l'Indian et du Klondike est d'époque Archéenne et appartient au terrain Cristallophyllien. Ce terrain est formé ici de micaschistes, talcschistes, schistes séricitiques, graphitiques, chloritiques, serpentineux, de l'étage Laurentien et dont l'ensemble constitue la *Série* dite du *Klondike*. Il est abondamment pénétré de veines et veinules quartzeuses, lenticulaires, généralement interstratifiées, et

souvent de véritables filons de quartz. Mais ceux-ci se sont montrés jusqu'ici stériles ou inexploitables.

Autour de cet ilot cristallophyllien, existent des formations sédimentaires, qu'on a rapportées au terrain Crétacique au sud, au terrain Tertiaire au nord, et dans lesquelles se trouvent les gisements de lignite que nous avons déjà mentionnés.

La série cristallophyllienne du Klondike a dù subir de fortes et longues érosions au cours des périodes géologiques; mais elle n'est surmontée d'aucun autre terrain de transport que des dépôts alluvionnaires et de moraines. Les matériaux de ces alluvions sont formés à peu près exclusivement des éléments du terrain cristallophyllien de leur voisinage immédiat. Ils sont composés de sables quartzeux, talqueux et micacés, très rarement argileux. Ce sont seulement ces dépôts alluvionnaires qui renferment les mines d'or connues de la région.

§ 25. Alluvions aurifères.

Ces alluvions forment le remplissage des lits actuels des vallées. Ils en recouvrent aussi les versants et déterminent des terrasses qu'on peut attribuer à d'anciens lits de rivières ou à des moraines de glaciers. D'où la distinction des gisements aurifères de la contrée en deux catégories principales : 1° gîtes de vallée, de rivière on *stream gravels*, surtout d'époque Pleistocène: 2° gîtes de versant et de terrasse, ou *quartz drifts* et *white channel*, noms tirés de l'abondance des galets de quartz, qui les constituent principalement; cette dernière formation, de couleur blanchâtre, attribuée à l'époque Pliocène.

On rencontre, dans les alluvions de vallée, généralement rougeâtres ou jaunâtres, des ossements d'animaux quaternaires (bison au large front, mammouth, etc.), lesquels font défaut dans les dépôts de terrasse et dans certaines alluvions bleuâtres ou blanchâtres de vallée. On en doit donc conclure que ces dernières sont plus anciennes, et peuvent être rapportées à une époque antérieure à la période glacière, soit à l'aurore du Quaternaire, soit même au Tertiaire.

L'or que présentent ces gisements est à l'état natif; il est concentré surtout au *bed-rock*, c'est-à-dire sur le lit de roche compacte et sous-jacente, ou dans son voisinage immédiat. Ce *bed-rock* est plus ou moins altéré, et la richesse maxima se répartit dans les 60 à 90 premiers centimètres, tant au-dessus qu'au-dessous même du lit.

L'or est grenu, peu roulé, en grains et paillettes, peu oupoi nt pulvérulents, peu ténus, et en pépites dont quelques-unes arrivent à dépasser la grosseur d'une noix. De beaucoup plus grosses, véritables galets d'or natif roulé, ou *nuggets*, sont rares. On en cite toutefois qui ont atteint l'une, 380 g, une autre 1,088 kg, valant 2 747 f, enfin une troisième de 1 631 f, ces deux dernières provenant du creek Eldorado.

Le quartz adhère souvent encore à l'or natif et on trouve fréquemment des galets de quartz très chargés d'or. L'or adhère souvent à la roche schisteuse elle-même et s'y trouve quelque fois à l'état cristallin.

Il faut en conclure nécessairement que l'origine de cet or alluvionnaire est locale et qu'elle doit être attribuée au terrain cristallophyllien, constitutif de la région. L'or a donc dû s'y trouver tout d'abord disséminé, pour dériver ensuite, de cette roche mère, par désagrégation, sous l'action des érosions séculaires. Les phénomènes de transport des matériaux ainsi produits ont amené leur concentration, leur enrichissement en or, au bed rock, dans les dépressions du sol, comme si le métal précieux s'était déposé dans de véritables riffles, créés par la nature et formés par le tranchant des feuillets schisteux de la roche sous-jacente.

§ 26. Minéralogie.

L'or natif, au Klondike, est associé le plus souvent aux principaux minéraux suivants, qu'on retrouve d'ailleurs, *in situ*, dans les schistes cristallins de la roche de lit : fer magnétique, fer titané ou ilménite, fer oligiste, pyrite de fer bien cristallisée en assez gros cubes grenats, cassitérite concrétionnée et roulée en petits galets, corindon, etc.

Le titre de l'or de ce pays est assez élevé. Après fusion, il varie de 732 jusqu'à 853 millièmes d'or et de 268 à 137 millièmes d'argent.

§ 27. Alluvions de vallée.

La puissance des alluvions atteint jusqu'à 20 m dans la région minière du Klondike et de l'Indian. Mais la partie utilement exploitable ne dépasse guère 1,50 m à 2 m au maximum : c'est la partie inférieure des graviers, celle qui repose sur la roche de lit, sous-jacente ou *bed-rock*. Celle-ci, constituée par des

schistes cristallins, plus ou moins redressés, présente, comme on l'a dit plus haut, de véritables riffles, formés par les feuillets de schistes, entre lesquels les grains d'or ont pénétré d'autant plus profondément que les schistes sont plus ou moins décomposés. Aussi, dans les exploitations, l'abatage porte non seulement sur le gravier inférieur lui-même, mais aussi sur 0,30 m à 0,60 m d'épaisseur de la roche de lit, comme nous l'avons aussi indiqué.

Cette couche de graviers inférieurs se continue au-dessus par des graviers pauvres ou stériles, soit de la même couche ou du même dépôt, soit de couches déposées postérieurement.

Les graviers sont surmontés par une formation sableuse, presque toujours stérile, ou sans métal précieux, quelquefois talqueuse, mais rarement argileuse. Les sables supérieurs ont une puissance assez analogue, le plus souvent, à celle des graviers, quoique aussi fort différente. Ils se terminent par une couche de *muck* que surmonte le sol végétal, et qui est souvent même entremêlé aux dépôts sableux, avec des troncs d'arbres fossiles et des ossements d'animaux contemporains.

§ 28. Alluvions de coteau.

Ces alluvions figurées ainsi que les précédentes, sur la *planche 91*, se limitent aux vallées du Bonanza, du Hunker et du Quartz. Leur puissance atteint jusqu'à une cinquantaine de mètres en graviers. Mais la partie utilement exploitable a été, comme pour les précédentes, limitée presque toujours jusqu'ici à 1,50 m ou 2 m des graviers inférieurs, y compris 0,30 m à 0,60 m d'épaisseur de *bed-rock*. Ici toutefois, grâce à la puissance plus considérable de la formation, on peut effectuer une exploitation plus économique, portant sur toute la puissance de ces dépôts; en fait, déjà quelques exploitations se sont ouvertes, basées sur ce principe.

Dans toutes ces formations alluvionnaires, la partie rémunératrice a la forme d'un ancien chenal dont la largeur dépasse rarement 100 à 150 m, bien que la largeur du dépôt de graviers de la vallée actuelle soit supérieure.

§ 29. Filons aurifères.

L'or existe encore à l'état natif, ou même à l'état pyriteux, dans plusieurs filons de quartz, qui ont pénétré le terrain cris-

tallophyllien des bassins du Klondike et de l'Indian, en des points très nombreux. Ces filons ont paru, jusqu'ici du moins, irréguliers et peu continus ou de teneur moyenne insuffisante. Quelque grandes qu'aient été et soient encore les espérances, légitimes d'ailleurs, formées à leur sujet, et en dépit de premiers échantillons fort intéressants, de travaux de recherche extrêmement multipliés, assez profondément poursuivis à cet effet dans la région, aucun de ces filons, dans le Territoire tout entier du Yukon, n'a pu encore donner lieu à un commencement utile d'exploitation industrielle.

§ 30. Filons cuprifères.

Des filons cuprifères, paraissant appartenir à une zone minéralisée étendue, ont été découverts dans le voisinage de White Horse et dans la vallée supérieure de la rivière White. Ils sont dans le terrain Archéen et les granites. On y a commencé d'actifs travaux de développement et quelques lots de minerais riches en auraient déjà été exportés. Dans leur voisinage sont des formations calcaires et des gites de fer, ce qui permettrait d'entrevoir la possibilité d'y établir éventuellement des fonderies, grâce à des gisements de charbons bitumineux du voisinage.

§ 31. Gites de charbon.

Les gites de charbon minéral du Territoire sont de deux classes : ceux de la région de White Horse, qui seraient de l'anthracite et du charbon gras, se rapportant au terrain Carboniférien, et ceux du bassin moyen du Yukon, qui seraient des lignites de l'époque secondaire, ceux-ci déjà utilisés pour les machines à vapeur.

Ces derniers forment trois gisements connus en exploitation :

1° Celui situé à 6,5 km en amont des rapides des *Cinq-Doigts*, sur la rivière Lewes (rive droite), qui appartiendrait au terrain Crétacique. On y aurait effectué un puits d'une centaine de mètres de profondeur, lequel aurait recoupé une couche de 1 m de puissance ;

2° Celui de Cliff creek, situé à 88 km en aval de Dawson, dans le District du Fortymile, à 16 km en aval du poste de ce nom. Il est probablement d'époque Tertiaire. La Compagnie *North American Transportation and Trading* y possède une conces-

sion, où les travaux auraient atteint le gisement par un puits principal à la profondeur d'une cinquantaine de mètres, c'est-à-dire au-delà de la ligne de congélation ;

3° Celui de Rock creek, dans le versant droit du Klondike, qui serait de même époque que le précédent.

Le deuxième alimentait, en 1902, la consommation locale, qui ne dépassait guère quelques milliers de tonnes, la navigation à vapeur sur le fleuve se faisant plus économiquement encore au bois ou au pétrole. C'est un gisement qui comprendrait trois couches, dont deux auraient respectivement 1,80 m et 2,50 m de puissance.

III. — **Réglementation minérale.**

§ 32. Règlements miniers.

Le régime administratif de l'industrie des placers aurifères au Yukon est placé sous l'autorité du Ministère de l'Intérieur. Il est actuellement défini par les ordonnances suivantes :

1° Règlement de l'exploitation des placers (13 mars 1901) ;

2° Règlement des concessions de baux de dragage sur les lits de rivière (18 janvier 1898) ;

3° Règlement des concessions hydrauliques pour usages miniers et métallurgiques (3 août 1898) ;

4° Ordonnance pour la protection des mineurs (7 novembre 1901) ;

5° Ordonnance relative à la procédure minière (1er mai 1901).

Nous nous bornerons à signaler les dispositions les plus essentielles de ces dispositions légales.

§ 33. Claims de placers.

Le premier règlement définit d'abord le *Free Miner*, le *Franc* ou *Libre mineur* : c'est tout individu, homme ou femme, de dix-huit ans au moins, toute Société minière canadienne ou autorisée par le Gouvernement du Canada, porteur d'un certificat correspondant, délivré, pour cinq ans au plus, contre paiement d'une taxe annuelle de 51,82 f (art. 2).

Ce certificat donne le droit de faire des recherches minérales, de délimiter et d'exploiter toute sorte de mines, conformément aux règlements, dans tout le Territoire du Yukon, étant

exceptés les terrains réservés ou concédés par le Gouvernement, les terrains bâtis et leurs dépendances, ainsi que les Réserves indiennes (art. 8). Il donne, en outre, le privilège de pêche, de chasse et de coupe de bois, pour la consommation du mineur et de son industrie (art. 3).

Le règlement fixe pour le *claim* (unité de surface concédée) de *creek* ou de *gulch* (de vallée ou de ravin), la forme d'un rectangle, ayant pour longueur centrale 76 m, mesurée suivant une ligne de base rectiligne tracée officiellement sur le thalweg, et pour largeur 609,5 m (art. 10).

Il fixe, pour le claim de *hillside, de bench* (ou de coteau), la forme d'un rectangle, ayant au maximum 79 m de long parallèlement à la ligne de base, et 305 m de large (art. 12).

§ 34. Redevances.

Il n'y a que des redevances à l'État qui sont :

1° Un droit de jouissance annuel de 77,73 f (art. 29) ;

2° La *Royalty* ou Taxe à l'exportation, de 2,5 0/0 depuis 1902 sur la production brute, au delà d'une valeur produite de 5 000 dollars par claim, pour laquelle il y a franchise. Cette taxe était de 5 0/0 (art. 31, règlement de 1901), et de 10 0/0 auparavant (art. 30, règlement de 1898).

Le Franc mineur, concessionnaire d'un claim de vallée, peut obtenir la jouissance d'un claim de coteau adjacent contre paiement de 518 f (art. 35) ; mais, en dehors de ce claim, il ne peut avoir la concession d'aucun autre dans la même vallée ; il peut seulement en acheter (art. 36).

Le Franc mineur a droit d'usage de toute l'eau qui passe naturellement dans son claim, et qui peut être nécessaire à son exploitation, si elle n'a pas déjà été concédée (art. 40).

Pour continuer à avoir légalement la jouissance de son claim, chaque Franc mineur doit effectuer annuellement des travaux pour la valeur de 1 036,50 f, ou bien payer au Gouvernement pareille somme durant trois ans, puis, après ces trois ans, 2 073 f par année (art. 41).

Les levers de plan de bornage, exécutés par un géomètre, dûment titularisé « Arpenteur des terres du Dominion », par le Commissaire général du Territoire, sont reconnus définitifs après approbation par ce dernier, publications dans la Gazette officielle durant une certaine période, et affichages (art. 46).

§ 35. Dragages.

Le règlement relatif aux dragages ou à toute exploitation minière sous l'eau, c'est-à-dire au-dessous de la ligne d'étiage, s'applique à tous minéraux autres que le charbon, et fixe l'étendue des baux de location à une longueur continue de 8 km de long suivant les sinuosités de la ligne médiane d'une rivière. Le concessionnaire peut obtenir jusqu'à cinq autres baux, ce qui donne lieu ainsi à des concessions maxima de 48 km pour une période de vingt ans (art. 1).

Le concessionnaire devra avoir au moins une drague en marche dans les deux ans, durant chaque saison, et puis une drague tous les 24 km (art. 5), sans entraver la libre circulation dans les rivières, et il devra s'astreindre à diverses autres charges (art. 9 et 12). Les redevances sont de 518 f par mille, en outre de la taxe.

§ 36. Concessions hydrauliques.

Le Règlement relatif aux concessions de droits de prise d'eau définit ainsi le *pouce d'eau* :

C'est la quantité d'eau pouvant, sur un fond d'auge horizontal, s'écouler d'un orifice rectangulaire, immédiatement placé au-dessus, et ayant 0,0508 m de haut sur 0,0127 de large, l'eau étant sous la pression constante de 0,1788 m, hauteur comptée au-dessus du bord supérieur de l'orifice (art. 12).

Le pouce d'eau correspond ainsi à un débit de 2 250 l par heure.

Les concessions hydrauliques et les droits de passage des aqueducs sont généralement accordés pour cinq ans (art. 1er).

Ces concessions, pour une quantité d'eau supérieure à 200 pouces, sont sujettes à un droit de 259 f (art. 3).

Postérieurement à ces concessions, si des claims sont cadastrés en aval de la prise d'eau, ces nouveaux claims ont droit gratuit, chacun, au maximum, à 40 pouces d'eau, si la concession primitive a été de 200 pouces, et à 60 pouces, si celle-ci a été de 300 (art. 6).

§ 37. Inspecteurs.

L'ordonnance pour la protection des mineurs a organisé un service d'Inspecteurs des exploitations minières, qui sont chargés de la surveillance des conditions dans lesquelles s'effectuent les travaux, au point de vue de la sécurité, de la santé des ouvriers et du travail des enfants.

Cette ordonnance édicte, en outre, les règles générales que doivent suivre les exploitants, pour la conduite des travaux, et notamment pour la ventilation, les gaz nuisibles, les explosifs, les refuges, les appareils de sûreté, les visites des machines, les livres d'inspection, etc.

§ 38. Commissaire de l'or.

Enfin l'ordonnance relative à la Procédure minière institue une juridiction spéciale, celle du Commissaire de l'or, susceptible d'appel auprès de la Cour Territoriale de Dawson, dont la sentence est définitive.

§ 39. Observations.

Cette réglementation minérale, à l'exçeption de gîtes de dragage, n'accorde, comme on vient de le voir, que des claims ou concessions étroitement mesurées, et une seule à chacun, individu ou Société minière. Ces concessions, d'étendue trop limitée, comportent mal des frais élevés de premier établissement, destinés à améliorer le rendement et l'économie des exploitations, comme peuvent en supporter les Sociétés, mieux que les individus.

L'on conçoit donc que celles-ci ne pourront risquer de pareilles mises de fonds que si l'avenir de leur exploitation est assez large pour en permettre l'amortissement dans le nombre d'années habituel.

La faculté de rachat donnée par la loi, en vue de grouper des claims, se heurte, le plus souvent, à des prétentions excessives. Les Sociétés ont à supporter ainsi, du fait d'une propriété minière trop morcelée, des prix de revient souvent trop majorés dont l'amortissement, à terme trop court, augmentant encore le prix de revient de l'exploitation, vient élever le chiffre limite de la teneur exploitable et, par conséquent, diminuer la quantité en vue de minerai rémunérateur.

IV. — Méthodes d'exploitation souterraine et à ciel ouvert.

§ 40. Principe calorifique de la méthode souterraine.

Les principales méthodes d'exploitation minière jusqu'ici en usage au Yukon, en hiver, sont souterraines et basées sur l'emploi de la chaleur pour l'abatage du minerai. Celui-ci, en effet, est toujours gelé dans le gîte, et regèle même après extraction sur le carreau ; on ne saurait donc chercher, en hiver, de procédé appliquant un principe différent, si ce n'est peut-être l'électricité, et encore comme producteur de calorique (1). Comme on l'a vu à la première partie, les mines se trouvent d'ailleurs dans une contrée suffisamment riche en combustibles végétaux et minéraux.

§ 41. Feux.

L'application du principe calorifique, faite au Yukon par les mineurs, dès l'origine, consistait en l'allumage de feux de bois (*fire-setting*), ou quelquefois en l'apposition de grosses pierres chauffées au contact du terrain ou du gravier (*dirt*) à dégeler. La méthode n'est pas nouvelle dans l'art des mines, car elle a été employée avant l'invention des explosifs, et même avant l'utilisation des moyens mécaniques. Elle ne servait pas, à la vérité, à dégeler les roches, dans les pays non hyperboréens, où elles ne sont pas gelées, mais elle était appliquée, comme vous le savez, à les étonner, et à les rendre ainsi plus faciles à abattre au pic.

Le procédé aux feux de bois présente des inconvénients. Il oblige les ouvriers à une surveillance continuelle de la ventilation des chantiers, afin d'éviter l'asphyxie que peuvent causer les produits d'une combustion souterraine. Chaque puits n'a pas un champ d'action étendu ; celui-ci n'est généralement que d'une dizaine de mètres de diamètre ; il reste, entre ces quartiers d'exploitation, limités autour des puits disposés en quinconce, des piliers nombreux de soutènement, qui ne peuvent être abattus, et qui sont ainsi perdus pour la production.

Le système est coûteux, et conduit à un certain gaspillage, ou

(1) Voyez *Acad. des Sciences, Comptes rendus*, 21 février 1904, p. 787 : *Sur la fusion de la glace par l'électricité.*

à une exploitation incomplète du gisement, dont les parties très riches peuvent seulement être dépilées. Par contre, il a l'avantage, pour des mineurs isolés, généralement peu fortunés, de ne comporter qu'un matériel réduit à l'outillage du terrassier. Cela leur permet d'effectuer l'exploitation de leur claim, ou d'entreprendre à compte et demi l'exploitation d'un claim d'autrui, sans avoir besoin d'un capital de premier établissement, même peu élevé.

§ 42. Fleurets a vapeur.

Le premier perfectionnement apporté à la méthode calorifique fut la substitution de la vapeur au feu, et c'est cette variante qui est actuellement le plus généralement employée, surtout pour l'abatage souterrain.

Dans le procédé basé sur l'emploi de la vapeur, celle-ci, produite par une chaudière placée à la surface, est amenée par des tuyaux en fer aux fronts d'avancements. Lorsque l'exploitation comporte des moteurs à vapeur d'extraction, ce sont naturellement les chaudières alimentant les moteurs qui fournissent aussi la vapeur destinée à l'abatage.

L'abatage se fait de lui-même, sous l'action, pourrait-on presque dire, de sortes de fleurets, creux ou tubulaires, de sondes constituées par les parties terminales de tuyaux d'amenée de vapeur. Celles-ci sont formées par des tubes de quelques pieds environ de longueur, disposés au nombre de cinq ou six en une espèce de grille; ils ont 12 à 25 mm de diamètre, et sont terminés chacun par un bout arrondi et percé d'un orifice par où sort la vapeur. Ces tubes ainsi échauffés peuvent être aisément enfoncés dans le terrain à dégeler, plus ou moins profondément suivant le cas. On les laisse en place durant plusieurs heures, au bout desquelles les matières environnantes s'éboulent d'elles-mêmes par le dégel; il n'y a plus alors qu'à charger celles-ci à la pelle dans des brouettes, qu'on amène aux recettes des puits, où on les déverse dans les baquets d'extraction *(Pl. 92, fig. 10)*.

Dans le fonçage d'un puits, par exemple, on arrive, en moins d'un jour, à dégeler jusqu'à 6 m de profondeur sur 2 m de diamètre, dans les parties hautes.

§ 43. Pulsomètre a eau chaude.

Une autre variante de la méthode calorifique a été employée encore, quoique moins généralement que la précédente. C'est le

procédé à l'eau chaude, projetée à la lance et sous pression contre les fronts d'avancement, sous l'action d'un pulsomètre. Ce procédé a un inconvénient, celui d'amener aux chantiers une grande quantité d'eau qui, délayant le minerai avant son extraction, l'expose à un certain appauvrissement, malgré le soin avec lequel on fait ensuite l'abatage de la roche sous-jacente.

§ 44. Application de la méthode souterraine.

En hiver, il n'y a pas, au Yukon, d'autre méthode d'exploitation possible que la méthode calorifique, quelle qu'en soit la variante. Mais, en été, on ne peut plus faire d'exploitation souterraine, à cause des éboulements, rendus trop faciles par suite du dégel naturel des parois des chantiers exposés à l'air, qui alors a cessé d'être froid.

Cette méthode s'applique à toutes les alluvions. Mais, comme elle est la plus chère, on la réserve pour les alluvions profondes de vallée, pour lesquelles on n'a pas d'autre méthode, et pour les alluvions de coteau, lorsqu'on ne peut leur appliquer de variante de la méthode hydraulique, comme cela sera indiqué plus loin.

La méthode souterraine comporte deux modes : par puits, et par galeries ou tunnels, suivant qu'il s'agit d'exploiter des alluvions de vallée ou des alluvions de coteau.

Le mode par tunnels, qui s'emploie pour les alluvions de coteau, suit la disposition classique bien connue pour l'exploitation de couches horizontales.

On trace dans le gîte un réseau de galeries au bed-rock, parallèles entre elles et reliées par des galeries transversales. Le dépilage se fait, bien entendu, en partant des limites extrêmes du claim, ou de ses parties profondes, et en revenant vers le jour.

Le mode par puits, qui s'emploie pour les alluvions de vallée, consiste pour chaque claim dans le creusement d'un ou deux puits, placés sur l'axe longitudinal de la zone ou chenal rémunérateur. Ces puits sont reliés par une galerie se prolongeant au delà de chaque puits jusqu'aux limites du claim, puis on effectue le traçage, aux extrémités du claim de galeries transversales sur toute la largeur de la zone rémunératrice, ainsi que d'une galerie entre les deux puits. On a préparé ainsi à l'exploitation quatre chantiers de dépilage (ou *drifts*) si l'on n'a qu'un puits, et huit si on en a deux.

Ces puits sont équipés de treuils d'extraction, avec des moteurs de 15 à 25 ch, qui sont généralement des locomobiles. A l'origine, et encore à présent dans les exploitations les moins importantes, les puits sont simplement munis de treuils à main *(hand-windlass)* pour l'extraction.

§ 45. Culbutage automatique.

Dans le premier cas, on applique un système spécial de décharge ou de culbutage automatique des baquets ou bennes servant à l'extraction *(Pl. 92, fig. 11)*, afin de diminuer la dépense élevée de la main-d'œuvre.

Le minerai, par le jeu d'un déclanchement, est ainsi déversé sur le carreau, et sur le sol même, autour d'un grand mât en bois qui supporte une poulie autour de laquelle vient s'enrouler le câble d'extraction. Celui-ci, qui est naturellement en position verticale dans le puits d'extraction toujours vertical, prend, en dehors du puits, la position oblique jusqu'à cette poulie. Le chevalet ne supporte donc qu'une poulie de renvoi; il est formé de très simples montants soutenant un cadre en bois.

Autour du mât, le minerai s'accumule donc tout l'hiver, en tas, ou *dumps*, plus ou moins élevés, et qui prennent naturellement la forme régulièrement conique, sous l'angle qui résulte de la pente naturelle des terres.

§ 46. Méthodes a ciel ouvert.

Les méthodes d'exploitation d'été sont donc nécessairement à ciel ouvert; elles sont naturellement moins coûteuses que les variantes de la méthode souterraine. Elles restent limitées aux alluvions peu profondes des vallées, et peuvent être étendues à celles de coteau. La méthode souterraine seule peut s'appliquer aux alluvions profondes de vallée ou de coteau, comme il vient d'être expliqué.

L'abatage à ciel ouvert, dans le cas des alluvions de vallées profondes, est surtout basé sur l'emploi de moyens mécaniques, tels que le *scraper*. On a aussi appliqué la drague, l'excavateur. et l'élévateur hydraulique. Enfin, l'abatage hydraulique lui-même a aussi été mis en pratique, mais plus spécialement pour les alluvions de coteau.

§ 47. Méthode au scraper.

Le *scraper* est une sorte de grande pelle, d'abord retournée pour l'excavation, et remise ensuite dans sa position normale pour effectuer le transport des matériaux abattus *(Pl. 92, fig. 12)*. Après enlèvement de la partie supérieure, formée de terreau ou muck, qui peut souvent aussi se faire par enlèvement à la lance d'eau *(Pl. 92, fig. 13)*, on procède à l'abatage des graviers inférieurs à l'aide de cet outil, conduit par un câble tracteur, qui va et vient systématiquement sous l'action d'un moteur à vapeur, électrique ou animal, de même que la charrue dans un champ de labour. Le scraper fait ainsi l'excavation et le transport des graviers, qu'il amène directement aux lavoirs de traitement.

§ 48. Méthodes a la drague et a l'excavateur.

Nous avons vu marcher, en 1902, deux exploitations, l'une à la drague et l'autre à l'excavateur. Une seule drague se trouvait alors sur le Bonanza, au claim n° 47 aval; un excavateur était en installation sur l'Eldorado. Depuis lors, deux autres excavateurs ont été installés sur le Hunker l'un enlevant le stérile, l'autre les graviers aurifères, à la profondeur de 4 à 5 m. Un troisième chantier à l'excavateur a été établi sur un claim du Dominion. La drague du Bonanza fut ensuite démontée et transportée plus haut sur un autre claim, celui de la Découverte.

Ces tentatives de l'emploi de la méthode du dragage ou de l'excavateur étaient encore, comme on le voit, au moment de notre voyage, dans la période de début; l'on cherchait à les multiplier et à en établir la pratique, notamment dans le district du Stewart.

§ 49. Méthode hydraulique.

On sait que l'eau peut être employée à l'abatage, soit par sa pression, comme cela se pratique notamment en Californie, soit par sa masse ou en chasse, comme le font très judicieusement les Indiens de la Bolivie. Mais, pour l'emploi de l'une ou l'autre variante de l'abatage hydraulique, il faut d'abord de l'eau. Or, on a vu, au cours de la première partie, qu'au Yukon on ne peut disposer d'eau, au point de vue industriel, que durant une période assez limitée.

Les grosses venues torrentielles du moment des dégels pourraient être appliquées fort utilement, quoique courtes, à l'abatage hydraulique, en faisant agir l'eau par sa masse comme en Bolivie. On ne paraît pas y avoir songé.

On a uniquement pensé à se rapprocher de la méthode hydraulique de Californie, qui emploie l'eau par sa pression. Mais alors il faut, nécessairement et au moins, un élément de plus, la pression. Or, cela exige l'établissement de très coûteux barrages de prises d'eau, de canaux d'amenée venant souvent de très loin, lorsqu'on peut avoir une prise appropriée, et qu'on va chercher, au besoin, même à des dizaines de kilomètres de distance.

On sait que la méthode hydraulique de Californie est celle qui donne le prix de revient le plus bas, en matière d'exploitation d'alluvions aurifères; mais on sait aussi qu'elle ne peut s'appliquer utilement qu'à des alluvions de coteau, et sous les trois conditions nécessaires et absolument indispensables, à savoir :

1° Que ces alluvions soient de très grande puissance ;

2° Qu'elles offrent, en contre-bas ou en aval, une décharge et une pente très considérables;

3° Qu'il existe en amont, et à une hauteur capable de donner une pression suffisante, un débit d'eau très important, en vue de la possibilité du traitement journalier d'énormes quantités de graviers aurifères.

Or ces trois conditions, admirablement remplies en Californie, grâce à la topographie toute particulière et au climat incomparablement plus tempéré de ce pays, ne le sont que très imparfaitement au Klondike, pour les alluvions de coteau, auxquelles seules on a pu songer à appliquer utilement cette méthode. Et cela, à cause non seulement des conditions hydrologiques toutes spéciales du climat du Yukon, mais aussi à cause de la topographie des gisements, qui est tout à fait différente de celle de la Californie, au point de vue de l'emploi de la méthode hydraulique.

On a essayé de suppléer au manque d'eau, en amont des dépôts de graviers, à l'aide de pompes élévatoires très puissantes. Cela a conduit à un prix de revient élevé à cause des frais d'élévation d'eau.

Le manque de décharge a obligé les exploitants à entasser les résidus derrière des clayonnages, ce qui est une manutention qu'il faut également tenir en compte. Et quand la décharge

existe, il faut acheter fort cher le terrain où on peut l'effectuer, et qui est celui-là même où se trouvent les gisements de vallée, que ceux-ci soient épuisés ou non.

Nous ne connaissions qu'un seul cas, au cours de notre voyage, où l'on ait pu avoir de l'eau en amont, sans avoir recours à des pompes élévatoires. On a pu, depuis, l'imiter seulement quelques fois.

Bien entendu, ces cas, comme les autres, sont aussi limités dans leur action par le débit des cours d'eau, qui ne dure, comme on l'a expliqué, que pendant un temps assez court, du fait de leur régime torrentiel subordonné aux seuls dégels. Ils sont limités aussi toutes les fois que la propriété minière est sous le régime des claims et non pas sous celui de concessions étendues, susceptibles seules d'offrir quelque avenir à ce genre d'exploitation.

§ 50. Méthode a l'élévateur hydraulique.

L'élévateur ou éjecteur hydraulique a été appliqué ailleurs pour venir en aide à la méthode hydraulique, et parer à l'inconvénient du défaut de décharge dans les endroits où l'on n'a pas de pente suffisante en aval. Naturellement, cela augmente le prix de revient.

Au Klondike, l'emploi de l'élévateur a été étendu à l'enlèvement de résidus ou tailings, dans tous les cas d'exploitation des alluvions de vallée, abattues à la lance d'eau et traitées dans un canal, ou sluice de lavage *(ground sluice)*. Celui-ci est alors établi au fond d'un chantier ou excavation à ciel ouvert, pratiquée dans la formation de graviers de la vallée, et où par conséquent, non seulement il n'y avait plus de pente du tout pour l'élimination naturelle des résidus, mais même où la pente devenait inverse. Nous avons vu cette extension du système, appliquée au Klondike dans un claim de la vallée du Bonanza *(Pl. 92, fig. 14)*, et appartenant à la Compagnie North American Transportation and Trading.

On employait de véritables pompes de succion très puissantes, ou élévateurs-éjecteurs, qui aspiraient jusqu'à une certaine hauteur les matières lavées, contenant même de très gros galets.

Là, des canaux de décharge recevaient, pour les rejeter au loin, les *tailings* ou stériles, à l'aide de l'eau ayant servi au lavage, aspirée avec eux et s'écoulant alors suivant la pente de ces canaux de décharge. Il était douteux que ce procédé fût plus éco-

nomique que le levage, par tout autre moyen mécanique, des matériaux et de l'eau à hauteur des lavoirs ou des canaux de décharge; car il fallait toujours élever l'eau et le minerai; il n'y a en moins que l'or extrait, lequel, on en conviendra, ne diminue pas sensiblement le poids des matières à déplacer.

Les pompes, ainsi employées comme élévateurs, n'auraient pas répondu aux espérances conçues au début; elles auraient donné un mauvais rendement; leurs tuyaux d'aspiration et d'écoulement s'useraient trop vite, sous l'action du frottement et du roulement des matières pierreuses entraînées.

Aussi, pour des alluvions de vallées plus profondes, l'économie de cette méthode serait encore plus douteuse; elle ne paraît pas indiquée, quoique on en ait dit ou paru espérer, même pour des alluvions de petite profondeur.

V. — Procédés de traitement.

§ 51. Traitement par lavage simple.

Le procédé unique de traitement des minerais, employé au Klondike, est le lavage simple à l'eau et sans mercure, à une exception près, toutefois, qui sera indiquée plus loin.

Ce lavage se fait soit à la batée américaine, *pan* ou plat, soit au berceau, rocker ou *cradle (Pl. 92, fig. 15)*, soit encore au *longtom* ou caisse allongée, soit aux *sluice-boxes* ou canal *(Pl. 92, fig. 16)*. Ce sont ces derniers lavoirs qui sont généralement appliqués dans les exploitations. Les trois premiers procédés sont surtout employés par les prospecteurs ou de très petits exploitants. Les instruments, ou outils correspondants sont bien connus, car ils sont classiques.

Les lavoirs de traitement de minerai, ou *sluice-boxes*, sont établis à côté des tas extraits ou *dumps*, de façon que le minerai puisse être chargé, autant que possible directement, à la pelle, de ces tas dans le lavoir.

Il serait peut-être préférable, au point de vue du bon rendement, et même plus économique, au point de vue du prix de revient, de déverser, à l'extraction, le minerai, non pas sur le sol même comme cela se pratique actuellement, mais sur des estacades appropriées, avec fond incliné et portes automatiques de décharge sur les lavoirs, ces derniers pouvant être déplacés à volonté par suite de leur simplicité extrême de construction.

§ 52. Lavoirs ou sluice-boxes.

Au Klondike, ces sluice-boxes, en effet, sont formés de caissons, à emboîtement télescopique, placés les uns à la suite des autres, ayant généralement 3,66 m ou 4,27 m de longueur et 0,305 m de largeur. Chaque lavoir comporte de quatre à huit caissons. Il est muni, en outre, d'une caisse de tête, évasée en amont, destinée à l'accès de l'eau et, au besoin, au débourbage à la fourche, très rarement nécessaire d'ailleurs, le minerai n'étant presque jamais argileux. La longueur totale de ces lavoirs varie généralement de 12 à 25 m au maximum.

Le minerai, ne renfermant que de l'or grenu, se prête à un rendement assez bon dans des sluice-boxes aussi courts et dont la pente est élevée. Celle-ci varie de 6 à 7 0/0 et atteint même 9 0/0. La nature de l'or permettant de se borner à un lavage simplement à l'eau, le traitement par amalgamation n'est pas employé, et l'emploi du mercure est par conséquent inutile.

Nous avons vu cependant une exception : c'est dans la seule mine qui ait réalisé l'exploitation par la méthode hydraulique proprement dite. Le mercure est alors nécessaire pour capter l'or fin des parties hautes ou très pauvres des alluvions, et l'on a dû se servir de lavoirs beaucoup plus longs, avec riffles en fer très soignés.

Le fond des sluice-boxes habituels est garni de riffles qui sont généralement en bois et de construction particulièrement simple; ce sont des sortes de grilles, ayant pour longueur la moitié de celle d'un caisson et formées chacune de quatre à cinq rondins, de 5 à 6 cm environ de diamètre, espacés de quelques centimètres l'un de l'autre, placés longitudinalement, et réunis, à chaque bout, par deux tasseaux transversaux carrés et d'égale épaisseur.

L'or se dépose dans les intervalles des rondins, avec les autres matières lourdes ou *sables noirs*. La récolte, ou *clean up*, c'est-à-dire la levée des lavoirs, se fait généralement tous les jours, ou tous les deux à quatre jours, suivant les cas. Le contremaître, qui a la charge de cette opération, laquelle doit être étroitement surveillée, arrive par un habile tour de main à chasser toutes les matières autres que l'or et les sables noirs. Il recueille non-seulement ceux-ci avec une certaine quantité d'or, le moins gros, mais il sépare assez nettement la plus

grande partie de l'or des sables noirs, et cela au fond du lavoir lui-même.

Le dernier ou les deux derniers caissons des lavoirs sont nettoyés moins fréquemment.

L'or recueilli est encore chargé d'une certaine proportion de sables noirs, qu'on sépare autant qu'on peut à l'aimant et au souffle, après séchage au feu, suivi d'un classement par grosseurs, effectué au moyen d'un petit appareil en fer-blanc, formé de quatre à cinq tamis de 15 cm environ de diamètre, emboîtés les uns dans les autres et percés de trous de largeurs graduées.

La poudre d'or, ainsi nettoyée, est mise dans des sacs de cuir et expédiée à Dawson, à l'une des banques de cette ville, où l'on procède aux opérations de fusion et d'essais.

L'eau nécessaire au lavage est fournie par des pompes à vapeur, qui sont généralement du type centrifuge, actionnées par des moteurs à vapeur, des locomobiles de 20 à 35 ch. L'eau est élevée à plusieurs mètres jusqu'au canal en bois ou *flume* qui est établi sur chaque claim pour amener l'eau aux lavoirs. Ceux-ci, quoique courts, exigent, à cause de la pente nécessaire au lavage, d'être ainsi très surélevés sur le fond de la vallée, dont la pente naturelle est beaucoup moindre et serait insuffisante.

Il est clair qu'une amélioration économique pourrait être obtenue, si on avait la faculté d'avoir des droits de prise d'eau en amont permettant d'amener l'eau à la hauteur des lavoirs sans frais de moteur, ni de pompe. Pour avoir l'économie entière de cette amélioration, il faudrait pouvoir disposer, pour leur exploitation, d'un ensemble de claims formant un tout continu ou d'un seul tenant, ce que la loi minière du pays semble avoir voulu éviter.

Dans le cas de claims voisins mais disjoints, une semblable amélioration profiterait à tous les claims intermédiaires auxquels on serait tenu, de par la loi, de donner la quantité d'eau utile à leur exploitation.

VI. — Prix de revient et richesse.

§ 53. Prix de revient de l'exploitation souterraine et richesse des gisements.

Nous donnerons d'abord une première approximation du prix de revient, basée sur la conception suivante.

Dans la région du bas Dominion et de ses affluents, il était, en 1902, de notion pratiquement admise que le minerai rémunérateur ou payant était celui qui rendait 0,155 f au *pan* ou plat (1), c'est-à-dire 27,90 f au mètre cube extrait (lequel est équivalent sensiblement à un yard cube en place) (2), lorsque la puissance du gîte n'est pas inférieure à 0,90 m. Dès lors, ce nombre représente la richesse limite ou plutôt le rendement rémunérateur au yard carré de gisement. En ce cas, et en d'autres termes, c'est sensiblement le prix moyen d'une journée d'ouvrier. Il s'agit dans la région du bas Dominion de gisements situés à la profondeur de 12 à 15 m.

Voici, à présent, le prix de revient d'une exploitation située dans la partie moyenne de la vallée du Dominion. Les alluvions aurifères du haut et moyen Dominion sont généralement presque moitié moins profondes, et les mines sont notablement plus rapprochées de Dawson City que celles du bas Dominion; par contre, le bois de chauffage y paraît être d'un prix plus élevé. En admettant que ces différences se compensent, le prix de revient, à égalité de bonne direction, peut donc être assez voisin du précédent.

Dans une mine du Dominion moyen, citons l'exemple d'une exploitation qui aurait duré de trois à quatre mois, pendant l'hiver de 1902 et qui aurait porté sur une surface totale de 4 900 yards carrés (4100 m^2) de gisement. Les frais d'exploitation, y compris ceux de traitement, s'y seraient élevés à 32,65 f au yard carré, les frais de traitement pouvant figurer pour 5 f environ dans ce nombre. Le yard carré de surface peut donner, suivant les cas, 1 à 1,5 yard cube à l'extraction.

Citons une autre exploitation située plus près de Dawson, dans la vallée du Bonanza, relative à des graviers de coteau, où l'extraction souterraine se fait naturellement à flanc de coteau c'est-à-dire par galeries ou tunnels, et où l'eau nécessaire au lavage pouvait arriver par canaux et par sa propre gravité, grâce à un barrage de prise d'eau en amont, cas très rare dans le pays. Dans cette exploitation, où les frais d'élévation d'eau sont ainsi supprimés, mais où le bois de chauffage pour dégeler les

(1) Un pan en fer est un instrument en tôle de fer ayant une forme tronconique dont le type ordinairement employé au Klondike a 0,635 m de hauteur intérieure sur 0,3365 m de diamètre moyen et cubant environ 5,681 l. Il y a ainsi 176 plats au mètre cube.

(2) Cette équivalence du mètre cube extrait au yard cube en place résulte de l'hypothèse d'un foisonnement moyen à l'extraction de 30 0/0, ce qui est un coefficient de foisonnement très admissible.

gisements est plus cher, les frais totaux variaient, vers la même époque, de 27,50 f à 32,60 f au yard carré, suivant les chantiers, les frais de traitement pouvant alors figurer pour 2,50 f dans ce nombre.

Ainsi, résumant ces différents prix de revient de l'exploitation souterraine, qu'elle soit faite par puits ou par tunnels, au loin ou près de Dawson, dans les districts du Klondike et de l'Indian, le prix de revient de l'exploitation au yard carré de surface semblait être, en 1902, voisin de 29,33 f, moyenne des quatre chiffres précédents, c'est-à-dire très sensiblement égale au prix des salaires journaliers.

La richesse des parties inférieures voisines du *bed-rock*, tant dans les alluvions de vallée que dans celles de coteau, a pu être assez élevée pour supporter très souvent et avantageusement de pareils prix de revient. Sans entrer dans des détails qui ne seraient pas à leur place ici, toutes les vallées aurifères du Bonanza, de l'Eldorado, du Hunker, du Dominion et de leurs affluents, ont présenté des gisements rémunérateurs même avec l'emploi de cette méthode coûteuse.

La richesse de ces gisements s'est élevée souvent au double et même au triple, et plus, du chiffre donné ci-dessus comme prix de revient, et qui est la limite de l'exploitabilité.

La plus grande partie des gisements indiqués sur la planche 91 étaient encore dans ce cas, bien que leur épuisement fût prochain.

§ 54. Prix de revient de la méthode au scraper.

Par la méthode d'exploitation au *scraper*, qui s'applique en été, et seulement aux alluvions peu profondes, le prix de revient n'est pas aussi élevé. Il peut être estimé à un tiers en moins, c'est-à-dire à 15 ou 20 f au yard carré, et, par conséquent, la richesse des gisements exploités utilement par cette méthode peut être, en proportion, notablement moindre que celle des parties profondes.

§ 55. Difficultés de la méthode hydraulique.

Enfin, la méthode hydraulique, telle qu'elle est appliquée en Californie, avec ses trois conditions strictement nécessaires et suffisantes, mais qu'on trouve ailleurs rarement réunies, et qui sont, comme on l'a déjà dit : très grande abondance, 1° de minerai,

2° d'eau, 3° de pression, pente et décharge; a été réalisée dans un seul cas, celui d'un groupe de claims de coteau de la vallée du Bonanza. On y serait arrivé à un prix de revient beaucoup plus modéré, se rapprochant déjà de celui particulièrement faible qu'on obtient en Californie, si on n'y comprend pas les frais d'amortissement ni ceux d'acquisition.

Mais le tonnage à abattre, par suite de la puissance beaucoup moindre des alluvions, et de la partie étendue des propriétés minières n'assure guère un long avenir à la production de ces claims.

Le manque d'eau est surtout un grand obstacle à toute l'économie de la méthode, bien que la Société visée en soit mieux pourvue qu'aucune autre; cet inconvénient est difficile à remédier, car il provient de la sécheresse de la contrée, sauf durant quelques mois seulement, comme nous l'avons expliqué au début de notre travail.

La méthode hydraulique exige, en outre, qu'on ait en contrebas une pente pour le lavage, et des emplacements considérables pour la décharge. Or, ces emplacements ne pourraient être disponibles, au Klondike, qu'au fur et à mesure que s'éteindront les exploitations de claims de vallée, dont les propriétaires réclameront néanmoins des prix élevés.

§ 56. Projets futurs.

Dans cet ordre d'idées, une Compagnie a essayé d'obtenir du Gouvernement des concessions minières très vastes, en prenant la charge d'amener de l'eau en abondance pour tous ceux qui en auraient besoin et auxquels elle vendrait l'eau à un prix déterminé. Cette Société a conçu le projet, le seul efficace, d'aller prendre l'eau non plus dans les creeks, qui sont à trop faible débit, mais dans les grands cours d'eau, tels que le Klondike. Ce projet ne paraît pas encore à la veille d'être exécuté, bien qu'il soit urgent et utile.

§ 57. Prix de revient de la méthode hydraulique avec élévation d'eau.

Enfin, là où l'on n'a pas pu avoir de l'eau sous la pression naturelle de la gravité, on a tenté l'application de la méthode hydraulique en élevant l'eau au moyen de pompes. Mais, ainsi, on perd tout le bénéfice économique de cette méthode, et la

variante ainsi créée ne s'applique qu'à des minerais encore assez riches. D'ailleurs, même sous cette forme, elle ne s'est pas généralisée.

Voici, d'ailleurs, un des principaux exemples appliqué à des alluvions de coteau, non plus seulement sur leur partie riche, voisine du *bed-rock*, comme on le faisait avec la méthode souterraine, mais en abattant par la pression hydraulique toute la puissance de la formation alluvionnaire.

La quantité d'eau élevée aurait été de 113 l par seconde.

Sur une exploitation qui a porté, en 1902, sur 192 000 yards cubes (146 700 m³), le prix de revient serait ressorti à 2,90 f le mètre cube exploité. Alors qu'on sait qu'en Californie on arrive à moins d'un demi-franc et même d'un quart de franc le mètre cube.

Le chef de cette exploitation me disait que, s'il avait eu quatre fois plus d'eau et plus de pente, il pense qu'il serait arrivé aux prix californiens; mais il ajoutait justement : « Dans un an, mon gite sera épuisé ! » Et, en effet, la puissance de production de l'exploitation hydraulique est gigantesque; aussi des concessions, dont l'étendue n'est que de quelques petits ou même de plusieurs claims du type de ceux du Klondike, ne peuvent que s'épuiser à bref délai si on les exploite par cette méthode.

C'est pourquoi dans les projets futurs concernant ce pays, on a, avec raison, songé à donner des concessions plus vastes.

§ 58. Prix de revient de l'exploitation hydraulique proprement dite.

L'exploitation hydraulique proprement dite a été réalisée dans un seul cas, déjà visé plus haut, sur des alluvions de coteau de la vallée de Bonanza, avec le moins possible de pénurie d'eau et de graviers.

Voici les résultats obtenus au cours de l'exercice 1902 :

Nombre de yards cubes lavés		29 000
— mètres cubes lavés		22 180
— yards carrés du *bed-rock* mis à nu		5 188
— mètres carrés		4 337
Production brute totale	f	186 456
Dépenses totales	f	52 768
Production par yard cube	f	6,426
— par yard carré	f	35,910

Dépenses :	Y compris Nettoyage du bedrock.	Et en plus frais d'installation.
	Francs.	Francs.
Par yard cube	1,052	1,81
Par yard carré	5,950	10,15
Au mètre cube.	1,400	2,42
Au mètre carré	7,110	12,15

Plus récemment, à la même mine, le prix de revient de l'exploitation hydraulique seule, sans autres frais, aurait été seulement de 0,83 f au yard cube, chiffre encore éloigné des prix de Californie ; mais, néanmoins, c'est là un prix admirablement satisfaisant pour le Klondike, s'il pouvait se généraliser. Les prix de revient ci-dessus ne comprennent pas, bien entendu, les frais d'amortissement du capital d'acquisition des mines.

§ 59. Richesses réelles et richesses fantastiques.

Les prix de revient rémunérateurs, que nous venons d'indiquer, donnent la limite inférieure de la richesse moyenne réelle et normale d'une exploitation utile. Ce sont les seuls qu'il y ait lieu de retenir.

Parmi ces nombres, ceux notamment qui s'appliquent à l'exploitation souterraine sont déjà suffisamment élevés, car ils sont parmi les plus hauts, sinon les plus hauts de ceux qui concernent l'industrie des placers aurifères dans le monde. Comme on l'a dit pour les premiers, on peut admettre que la richesse moyenne réelle soit supérieure à ces nombres et atteigne jusqu'au double, au triple et même au delà.

Mais ces derniers cas sont rares, du moins, d'une façon un peu soutenue pour les exploitations autres que l'hydraulique. Par exemple, on cite tels graviers de coteau dont le rendement s'est élevé à 70 f au yard carré et dont les frais d'extraction par la méthode souterraine ont été de 30 f.

Dans les comptes rendus qui ont déjà été faits sur les gisements de ce pays, vous aurez pu voir citer néanmoins des chiffres de richesse beaucoup plus considérables encore. Mais ce sont là des chiffres de pure curiosité et sans intérêt industriel.

On conçoit, en effet, que, pour avoir des chiffres moyens déjà de l'importance de ceux que nous venons d'indiquer, il soit nécessaire de rencontrer une richesse particulièrement élevée sur

la roche de lit, car c'est là que se trouve le maximum de l'enrichissement naturel. Si l'on veut prélever de-ci, de-là, au *bed-rock*, des plats de minerais portant sur une épaisseur suffisamment petite, comme on le fait dans les visites de mines pour les visiteurs ordinaires, on peut obtenir des résultats indiquant toutes les richesses imaginables, jusqu'aux chiffres les plus fantastiques. C'est ainsi qu'on a pu citer des exemples ayant produit des centaines et même des milliers de francs, soit dans une ou quelques journées de travail, soit même dans une ou quelques batées. Ceci ne signifie, vous le savez, Messieurs, absolument rien; parce que ces résultats ne s'appliquent pas à des quantités importantes, pas même à des tonnes, mais bien seulement à quelques kilogrammes de minerai convenablement prélevé.

Aussi, nous en tiendrons-nous aux premiers chiffres, comme fixant, dans les conditions actuelles, la richesse limite de l'exploitabilité, et, par conséquent, servant d'indication suffisante à la richesse moyenne réelle de ces gisements.

§ 60. Observations générales.

L'exploitation de ces gisements a surtout été faite par des individualités isolées ou de petits groupes de mineurs, rarement par des Sociétés, à cause du morcellement extrême de la propriété minière et des frais généraux élevés qui en résultent.

En fait, et jusqu'ici du moins, un très petit nombre de Sociétés ont pu annoncer des dividendes, qui, d'ailleurs, ont rarement été distribués au delà de un ou deux exercices, et encore sans pouvoir songer à l'amortissement du capital d'acquisition.

VII. — **Production et résumé.**

§ 61. Production de Sociétés.

Les observations qui précèdent sont purement générales et ne visent aucune Société spécialement. C'est, d'une façon absolument indépendante des remarques qui précèdent, que nous allons citer ici deux exemples de production aurifère de Sociétés, dont nous avons visité les exploitations, et dont nous avons pu obtenir les chiffres de production avec une authenticité suffisante pour nous permettre de les reproduire ci-après.

La première exploite des alluvions de vallée, à la fois par la méthode souterraine et des puits, et par la méthode du *scraper*. La seconde exploite des alluvions de coteau, et elle est la seule qui, jusqu'ici, ait pu appliquer la méthode hydraulique proprement dite, en outre et en même temps que la méthode souterraine par tunnels.

L'une, est le *Syndicat lyonnais du Klondike*, unique Compagnie française dans ce pays, ayant pu avoir jusqu'ici une vitalité durable. Le tableau ci-après (p. 634) donne sa production qui a porté sur quatre claims seulement, lesquels sont disséminés dans toute la région.

D'où résulte, pour la valeur de l'or brut ou en poudre, produit par ces claims, celle de 2 586 f le kilogramme, ce qui correspondrait au degré de fin en or de 732 millièmes et le reste en argent associé. Mais cet or renferme des impuretés provenant d'un nettoyage toujours imparfait et que la fusion en lingots, seule, peut faire disparaître par l'affinage,

La *Société Anglo-Klondike C°* qui exploite un groupe important, de claims de coteau, situés entre les torrents de Fox Guch et de Boulder, sur le versant gauche du Bonanza a obtenu la production suivante :

	1901 — Francs.	1902 — Francs.
Totale.	964 601	1 433 712
Dont par l'exploitation hydraulique seule	»	186 456

Soit 13 0/0 par l'exploitation hydraulique.

Le restant, 87 0/0, est produit par l'exploitation souterraine en tunnels ou galeries.

On voit donc que l'exploitation hydraulique ne donne encore qu'une petite partie de la production totale pour cette Compagnie, qui est la seule, jusqu'ici, comme il a été dit, ayant pu employer cette méthode à peu près normalement.

§ 62. Statistique de la production du Territoire du Yukon.

En général, les chiffres de détail de la production n'ont fait l'objet d'aucune publication authentique, et même les déclarations faites au Gouvernement durant les premières années jusqu'en 1902, ont pu être données très inexactement par suite de la taxe élevée qui existait sur l'or.

CLAIMS		1900	1901	1902	1903	TOTAUX
Nº 28, — **Eldorado**	f	637 448	502 702	725 550	»	1 865 700
(Aurait déjà produit avant son acquisition par ledit syndicat environ 2 millions de francs)	kg	252,497	199,124	282,722	»	734,343
Nº 42, aval, — **Bonanza**	f	»	150 292	25 912	191 753	367 957
(Mis en exploitation par le syndicat)	kg	»	58,194	10,234	72,502	140,930
Nº 32, aval (U. D.) (1), — **Dominion**	f	»	191 753	15 548	15 547	222 848
	kg	»	70,076	5,660	5,630	81,366
Nº 9 amont (L. D.) (2), — **Dominion**	f	»	»	362 775	207 300	570 075
(Production antérieure inconnue)	kg	»	»	132,593	81,087	213,680
TOTAUX	f	637 448	844 747	1 129 785	414 600	3 026 580
	kg	252,497	327,394	431,209	159,219	1 170,319

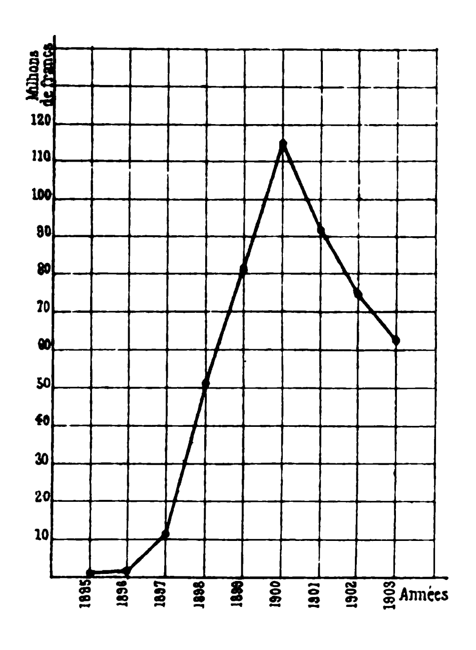
(1) Upper Discovery, en amont du point de découverte.
(2) Lower Discovery, en aval du même point.

Il ne faut donc guère songer à avoir, en général, des chiffres officiels soit par région ou vallée, encore moins par exploitation isolée. Mais voici tout au moins les chiffres de la production aurifère globale pour tout le Territoire, depuis l'origine, production qui, depuis l'année 1897, a été à peu près exclusivement celle des districts du Klondike et de l'Indian (1).

Années	Kilogrammes	Dollars	Francs
1895 . . .	225,701	150 000	777 000
1896 . . .	451,402	300 000	1 554 000
1897 . . .	3 761,698	2 500 000	12 500 000
1898 . . .	15 046,795	10 000 000	51 800 000
1899 . . .	24 074,872	16 000 000	83 000 000
1900 . . .	33 516,736	22 000 000	115 384 500
1901 . . .	27 084,231	18 000 000	93 240 000
1902 . . .	21 817,634	14 500 000	75 110 000
1903 . . .	18 432,139	12 250 000	65 455 000

§ 63. Résumé

On voit par la courbe ci-contre que cette production décroît tout aussi rapidement qu'elle avait brusquement monté, en trois ou quatre ans, à son apogée de 115 millions de francs, lors du « *boum* », comme on dit, de l'année 1900.



Il faut attribuer ce rapide déclin à l'épuisement rapide des gîtes de grande richesse, les seuls qu'on ait pu utilement exploiter jusqu'à présent avec une certaine intensité.

Quant aux gîtes de richesse moindre, il en existe assurément, mais c'est sur-

(1) Ces chiffres sont ceux donnés par le Service géologique canadien. Le dollar canadien est une monnaie de compte dont la valeur est de 5,1825 f.
Dans ce tableau, l'or est calculé à raison de $ 664,60 ou 3 444,30 f le kilogramme.

tout une méthode d'exploitation économique, qui reste à établir et à leur être appliquée, pour qu'ils arrivent à alimenter, à leur tour, d'une façon importante, la production du Territoire.

Pour réaliser les méthodes qui permettent d'exploiter des gisements de richesse moins élevée, il faudra que les conditions économiques du pays s'améliorent très sensiblement et que des travaux d'amenée d'eau y soient effectués.

Quant aux filons aurifères, si on en découvre d'exploitables, ce qu'il est très légitime et très naturel d'espérer, ils auront, autant que les alluvions, besoin de méthodes d'exploitation d'un prix de revient normal; car, pour ceux-ci comme pour celles-là, il faut de l'eau en abondance et une main-d'œuvre à bon marché pour exploiter des minerais de richesse ordinaire qui seuls, en général, sont abondants et d'avenir durable.

Ces observations ne s'appliquent pas seulement à l'industrie de l'or, mais à l'industrie minérale tout entière au Yukon.

Il est un fait à rappeler, c'est que ce sont les gisements, tant alluvionnaires que filoniens, de richesse ordinaire, et même de faible teneur, qui ont fait la richesse abondante et surtout continue des contrées qui sont restées les plus grands producteurs d'or du monde.

Avant de conclure ma communication, permettez-moi, Messieurs et chers Collègues, de vous remercier de la bienveillante attention que vous m'avez prêtée, et de m'excuser d'avoir été si long et pourtant si incomplet sur un sujet un peu étendu pour une communication de séance.

Remplissant, en outre, un agréable devoir, j'exprime ici mon obligation à tous ceux auprès desquels j'ai trouvé un excellent accueil et un gracieux concours, durant mon voyage, aux consuls et agents consulaires de la France, aux fonctionnaires du Gouvernement canadien, en particulier aux Hon. sir W. Laurier, premier ministre, J. H. Ross, alors Commissaire général, actuellement député du Territoire du Yukon, et Hector Fabre, Commissaire général du Canada en France, ainsi qu'au Service géologique canadien.

CONCLUSION

Je me résumerai finalement, Messieurs et chers Collègues, dans la conclusion suivante :

Le Territoire du Yukon est une contrée dont les conditions générales et économiques sont assurément exceptionnelles.

Ces conditions sont-elles industrielles et susceptibles d'avenir?

La richesse remarquable trouvée dans les gisements, surtout durant les premières années, a permis à plusieurs de réaliser de gros bénéfices, et par conséquent, de donner lieu à une industrie rémunératrice minière ou autre.

Mais ces richesses des premiers temps ne sont que rapidement passagères et peu susceptibles d'un avenir soutenu. C'est donc sur des gisements de teneur plus modeste que doit compter l'exploitant, s'il veut marcher normalement et sûrement dans la voie ascendante d'une industrie prospère.

Pour exploiter ces derniers, il faut donc que les conditions économiques s'améliorent beaucoup encore.

On ne parviendra à ce résultat que grâce à des voies de pénétration plus rapides, surtout plus permanentes que celles dont on dispose, et qui soient indépendantes des saisons.

Il faudra aussi, pour remédier à la sécheresse des districts miniers, pouvoir assurer aux exploitants, par des ouvrages hydrauliques appropriés, de beaucoup plus grandes réserves d'eau.

Après l'insuccès qu'ont éprouvé jusqu'ici les projets de voies ferrées nouvelles, formés pour ce pays, ainsi que ceux de grandes concessions d'eau, c'est au Gouvernement canadien lui-même, comme l'a fait la Russie pour son Transsibérien, qu'il appartient d'assurer ces moyens nécessaires, et, notamment, l'exécution d'un nouveau chemin de fer, plus septentrional que le « Pacifique Canadien », lequel ne va que dans l'Ouest. C'est, en effet et surtout, un embranchement arctique, desservant le Grand Nord-Ouest, qui est indispensable, dès à présent, à l'avenir industriel de l'Amérique boréale canadienne.

Tout récemment, d'ailleurs, un des ministres du Dominion n'a pas hésité à poser la question, à la suite de la solution donnée par le Tribunal international au Contesté de l'Alaska, solution

qui ferme à tout jamais, au Territoire du Yukon, l'accès maritime qu'on avait espéré avoir sur le Pacifique.

Mais un chemin de fer pénétrant dans les régions arctiques du Nord-Ouest canadien sera une tâche de longue haleine, qui exigera assurément une grande somme d'énergie et d'argent. Elle ne paraît pas être au-dessus des mâles volontés qui surgissent en Amérique.

Elle assurera l'œuvre restant à accomplir de l'exploration des parties boréales du système des montagnes Rocheuses, encore vierges du pic du prospecteur. Comme le reste de la grande Cordillère américaine, ces derniers contreforts et hauts plateaux peuvent bien promettre aussi à l'industrie humaine l'exploitation de nouvelles, abondantes et utiles richesses minérales.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE III. — **Réglementation minérale.**

CHAPITRE IV. — **Méthodes d'exploitations** *(souterraine et à ciel ouvert)*.

CHAPITRE V. — **Procédés de traitement.**

CHAPITRE VI. — **Prix de revient et richesse.**

CHAPITRE VII. — **Production et résumé.**

PLANCHES

Pl. 89. Fig. 1. — **Amérique boréale** (d'après le Ministère de l'Intérieur canadien) avec l'*Itinéraire*.

Fig. 2. — Parties principales du **Territoire du Yukon** (d'après le Ministère de l'Intérieur canadien), avec additions par J.-M. Bel.

Pl. 90. Fig. 1. — **Carte géologique** des parties principales du **Territoire du Yukon** (d'après le Service géologique canadien).

Fig. 2. — **Vallées aurifères du Bonanza et de l'Eldorado** (d'après le Ministère de l'Intérieur canadien).

Pl. 91. — **Districts aurifères du Klondike, de l'Indian, etc.** (d'après le Service géologique canadien (1902) avec additions et itinéraire par J.-M. Bel).

Pl. 92. — PHOTOGRAVURES :

1. **Dawson City**, capitale du Territoire du Yukon, en juin 1902 (District du Klondike). (Phot. de l'aut.)
2. **Skaguay et la passe de White**, en juin 1902. (Phot. de l'aut.)
3. **Mines d'or de la Compagnie Alaska-Treadwell.** Partie de la mine à ciel ouvert et moulin à bocards de 300 pilons. (Ile Douglas, district de Juneau, Alaska.) (Phot. de l'aut.)
4. **Pont en acier** (Chemin de fer de la **White Pass and Yukon Route**, près de la passe de White). Alt. 879 m. (Phot. de l'aut.)
5. **Transport par traîneau à chiens.** (Phot. de l'aut.)
6. **Voyage en traîneau à voile** sur le lac Bennett (mai 1899). (Phot. de M. Paillard.)
7. **Transport à dos de chiens.** (Phot. de M. Paillard.)
8. **Transport à dos d'homme.** Départ d'un prospecteur, débarqué sur un banc de sable du Yukon, et emportant ses provisions pour la saison. (Phot. de l'aut.)
9. **Auberge de Minto**, relai de traîneau sur le Yukon (route de White Horse à Dawson). (Phot. de l'aut.)
10. **Abatage** par dégel au fleuret de vapeur. (Phot. de l'aut.)
11. **Baquet d'extraction** à culbutage automatique. (Phot. de l'aut.)
12. **Méthode d'exploitation au scraper.** (Phot. de M. Paillard.)
13. **Abatage hydraulique du muck** ou terreau superficiel, à la lance d'eau, avec emploi de tuyaux en toile de 0,40 m de diamètre amenant l'eau sur 800 m de parcours, sous une pression de 15 m. (Phot. de M. Paillard.)
14. **Méthode d'exploitation des alluvions aurifères** de vallée à l'élévateur-éjecteur hydraulique, avec *ground sluice*, ou canal de fond, et abatage à la lance d'eau. (Phot. de l'aut.)
15. **Procédé de traitement des alluvions aurifères** par lavage simple au canal ou *sluice boxes*. (Phot. de l'aut.)
16. **Procédé de traitement des alluvions aurifères** par lavage simple au *berceau* ou *rocker*. (Phot. de M. Paillard.)

LE BIEN-ÊTRE OUVRIER
AUX ÉTATS-UNIS

PAR

M. Édouard SIMON

A aucune époque les chefs d'industrie ne se sont préoccupés, comme de notre temps, du bien-être matériel et moral du personnel qu'ils emploient. Vainement a-t-on reproché à l'industrie moderne de modifier les rapports entre patrons et ouvriers au détriment de la cordialité de ces relations et d'une confiance mutuelle, les Sociétés anonymes, les grandes Compagnies prouvent par des chiffres irréfutables qu'elles sont loin de négliger les questions humanitaires, les œuvres d'assistance, sous les formes les plus variées et les plus ingénieuses. Sans parler des Chemins de fer, dont les institutions philanthropiques sont bien connues et tiennent compte, à la fois, de la durée et de la valeur des services, des situations de famille, etc., nombre d'industriels de moindre importance témoignent d'une égale sollicitude et des mêmes préoccupations à l'égard des travailleurs placés sous leur direction.

Les expositions successives d'économie sociale montrent les progrès incessants réalisés dans cet ordre d'idées et permettent d'espérer que le personnel ouvrier laissé à lui-même, aux inspirations de son bon sens, comprendra que l'avenir n'est pas aux luttes de classes, comme certains voudraient le lui persuader, mais à l'entente du capital et du travail, à l'étude en commun des problèmes sociaux, sans parti pris et sans méfiance.

Autant que les producteurs européens, nos concurrents américains paraissent soucieux des meilleures solutions en ce sens. Le compte rendu d'un premier Congrès tenu à New-York, au mois de mars dernier, fait connaître ce qu'on doit entendre par bien-être ouvrier (*Welfare Work*) et donne un aperçu fort intéressant des méthodes essayées aux États-Unis dans différentes industries (1).

(1) Le compte rendu intitulé : *Conference on Welfare Work held at the Waldorf-Astoria, New-York City*, et édité par Andrew Kellog C°, New-York, 1904, existe à la Bibliothèque de la « Société des Ingénieurs Civils de France; il est illustré de nombreuses photogravures relatives aux institutions décrites.



La préface de ce compte rendu montre dans quel esprit il semble indispensable d'aborder de semblables questions. Les remarques ci-après en sont extraites et résument les dépositions des chefs d'industrie ou de leurs agents spécialement chargés des études sociales.

Sous les termes généraux de *Welfare Work* se classe tout ce qui intéresse le confort des ateliers, les distractions récréatives et l'éducation du personnel, la salubrité de l'habitation. Les conditions essentielles pour assurer le bien-être ainsi défini sont : un *travail assuré*, un *salaire équitable*, un *nombre raisonnable d'heures de présence.*

Et, en effet, l'employeur, dont la prévoyance et l'intelligence assurent la *continuité du travail*, est un plus grand bienfaiteur que l'industriel animé des meilleures intentions dont les affaires présentent une activité intermittente.

Le paiement du *salaire normal* de la localité donne confiance au travailleur, confiance indispensable à l'adoption des mesures d'hygiène industrielle; l'échec est, au contraire, inévitable si l'ouvrier soupçonne que ces mesures prises à son profit résultent d'un prélèvement sur le salaire qui lui est dû.

Les *heures de travail* ont une relation directe avec le bien-être physique des employés; mais, lorsque la concurrence est ardente, la réduction de la journée en vue des œuvres de récréation et d'éducation n'est possible qu'après entente entre tous les concurrents d'une industrie donnée.

Chaque établissement pose un problème particulier et demande une étude spéciale. Tout début est un essai, toute règle générale a ses exceptions.

Le succès des mesures destinées à améliorer le bien-être de l'ouvrier exige l'intervention d'un directeur *ad hoc*. Celui-ci ne doit pas seulement posséder le tact, l'esprit d'initiative, le bon sens, la connaissance des jalousies locales et parfois des préjugés de race, mais une certaine connaissance des questions professionnelles. Il ne doit jamais faire opposition à l'autorité des directeurs techniques qui sont responsables de leur département, du bon rendement de la main-d'œuvre et du maintien de la discipline; il doit, par avance, s'assurer le concours de ces directeurs et obtenir leur coopération entière ; il lui faut avoir la patience d'attendre la réalisation lente de ses plans. Avec le temps, il apparaît que le succès des mesures sagement mûries profite aux employeurs et aux chefs exécutifs aussi bien qu'aux employés.

Dans certains cas, les idées d'améliorations sociales, accueillies avec enthousiasme, ont complètement échoué faute d'une individualité spécialement chargée d'en poursuivre la réalisation (1).

La participation active de l'employeur et des principaux chefs de son état-major est indispensable — on l'a dit — au succès de l'œuvre sociale. Toutefois, l'employeur ne doit pas compter sur des démonstrations ou des expressions de gratitude pour l'accomplissement d'une obligation morale; il ne doit pas davantage supposer que le bien-être dont il fait jouir son personnel, empêchera une grève sérieusement motivée.

On s'est souvent demandé s'il était préférable que l'employeur prît l'initiative des améliorations, ou attendit que ses employés en manifestassent le désir. En pratique, lorsque l'employeur a fait le premier pas pour répondre à un besoin urgent, d'autres améliorations sont bientôt provoquées par les employés eux-mêmes. Il est seulement essentiel que, lors du pas initial, le motif de l'employeur ne laisse aux employés aucune arrière-pensée.

L'employeur doit donc montrer que son désir d'améliorer le bien-être de ses ouvriers est sincère. Afin d'inspirer confiance au personnel, il est nécessaire, dans les établissements où travaillent des membres des Trades-Unions, d'expliquer le projet aux officiers de ces Unions et, dans les autres, d'obtenir la coopération des Comités délégués des employés. Quelquefois ces conférences sont provoquées, en Amérique, par voie d'affiches imprimées en différentes langues.

Les mesures prises en faveur du personnel ne sauraient jamais servir de réclame à l'établissement. Si la publicité est inévitable, il convient de ne pas perdre de vue cette considération. Toute amélioration relative au bien-être du personnel, tout effort en ce sens doit s'inspirer d'un sentiment quasi-paternel, surtout à l'égard des nouveaux immigrants qui, dans leurs pays respectifs, ont été accoutumés à la protection d'une autorité supérieure. Lorsque les employés ont pris confiance, ils préfèrent généralement charger l'employeur de la direction de l'œuvre. Il n'en est pas moins utile de recourir à des Comités consultatifs

(1) Les membres du Congrès de New-York désignèrent ce rouage indispensable sous le titre de *Directeur du bien-être (Welfare Manager)* de préférence à celui de *Secrétaire social (Social Secretary)*, comme étant plus conforme aux termes *Welfare Work* (bien-être ouvrier) appliqués à l'ensemble des efforts constatés dans les différents établissements et à la dénomination de *Welfare Department* (Département du bien-être) adoptée par la *National Civic Federation.*

d'employés, chez qui se développe ainsi un esprit d'assistance mutuelle.

Une cause d'insuccès résulte de l'adoption trop rapide de mesures utiles en principe. Si, par exemple, un patron construit, sans préparation et à grands frais, une belle maison pour *club*, les ouvriers ont tendance à croire que la somme nécessaire a été, en quelque sorte, prise dans leur poche. Si une bibliothèque n'a pas été réclamée par les employés, son insuccès tient parfois au défaut de catalogues intéressants que les futurs lecteurs puissent feuilleter à loisir chez eux, ou bien à l'absence d'un effort spécial pour vaincre une sorte de défiance instinctive attachée à la fréquentation de cette bibliothèque.

Dans d'autres cas, les tarifs des *luncheons* sont disproportionnés avec les salaires de l'industrie en cause. Un réfectoire *(lunch room)* se trouve déserté parce qu'il est mal tenu, ou trop petit, ou sans fumoir pour les hommes. Ailleurs, le personnel dédaigne l'usage des lavabos qui, pourvus seulement d'eau froide et non de savon, ne lui permettent pas de se débarrasser de l'huile dont il a les mains souillées. En résumé, les insuccès tiennent d'ordinaire à l'insuffisance d'une étude préliminaire des besoins inhérents à chaque cas. Parfois aussi ils sont dus à un changement de Direction, la nouvelle Direction se montrant hostile à ce qui fut tenté avant elle.

Le point de départ doit être l'amélioration de l'hygiène dans les ateliers, les mesures les plus urgentes concernant la propreté, l'eau potable, les lavabos, la ventilation, l'éclairage, les vestiaires. Dans certaines industries, il convient de tenir compte de la nature du travail, qui provoque d'abondantes transpirations; il importe alors d'installer des buanderies pour le lavage des vêtements de travail, des salles de bains pour les ouvriers. La ventilation, dans les fabriques, doit être étudiée en vue de l'enlèvement des poussières. Il est possible, sans dépenses exagérées, d'atténuer la souffrance occasionnée par le grand dégagement de chaleur des laminoirs, des fonderies et des forges, en tirant meilleur parti des canalisations souterraines et des emplacements dont la fraicheur est inutilisée. Une lumière abondante est également favorable à la bonne humeur et à la santé.

Tous ces détails sont, pour ainsi dire, les premières lettres de l'alphabet. Et, cependant, ces choses élémentaires, si simples qu'elles paraissent, ont, pour l'employeur, une grande valeur pratique. Les mesures de propreté, par exemple, améliorent le

moral aussi bien que la santé de l'ouvrier. L'ensemble des diverses solutions énumérées a pour résultat d'attacher à l'établissement une catégorie de travailleurs stables et intelligents.

L'installation de réfectoires constitue une seconde étape dans la voie du bien-être. Le repas du milieu du jour est de grande importance pour l'entretien de la santé et de l'énergie. Il serait souhaitable que tout établissement industriel pût réserver une place où les aliments apportés du dehors ne fussent pas exposés à s'altérer.

Une autre étape encore consiste dans le traitement des malades et des blessés. Il est purement humain de posséder un lit, sur lequel puisse s'étendre une femme malade, au lieu de la laisser couchée sur le plancher ou sur deux chaises. Partout où de sérieux accidents sont à redouter, un service médical permanent s'impose. Dans le même ordre d'idées se rangent les appareils préventifs contre les accidents.

Au fur et à mesure que se poursuit l'étude des mesures primaires d'hygiène, surgissent diverses questions morales. Dans les fabriques qui emploient hommes et femmes, il est désirable — sinon toujours possible — de séparer l'entrée et la sortie des deux catégories d'ouvriers par une période de trois à cinq minutes. Cette simple précaution, destinée à protéger l'élément féminin, assure à l'ouvrière le respect des autres employés. L'expérience montre que là où prévaut ce système, le personnel acquiert bientôt une moralité supérieure. Un supplément de protection consiste dans le choix d'une surveillante respectable, apte à conseiller les ouvrières et à leur donner des soins urgents en cas d'indisposition. Lorsque la réputation morale d'une fabrique n'est pas satisfaisante, il devient difficile pour l'employeur de recruter de bonnes ouvrières.

Après avoir pourvu aux besoins physiques immédiats, il convient de se préoccuper de la récréation des employés et, ici encore, il faut tenir compte de la nature des travaux. Un gymnase, par exemple, n'a d'utilité que dans les établissements où, le travail étant plus ou moins sédentaire, les ouvriers ont besoin d'exercice, ou bien pour les jeunes gens, garçons et filles. Pareille installation serait superflue dans une usine où le travail même oblige à de multiples efforts musculaires.

Pour de vastes entreprises, la partie récréative peut comprendre un *club* avec salles de danse, de conversation et de jeux. Une semblable organisation se prête également à des séances

musicales, à des conférences, qui aident à faire un pas de plus dans l'éducation du personnel.

La possibilité d'entrer dans cette voie dépend forcément de la durée des heures de travail.

Telle méthode d'éducation débute par des classes techniques pour les jeunes gens, afin de parer au défaut d'instruction antérieure. Les leçons réservées au personnel féminin doivent avoir pour objet l'éducation ménagère : cuisine, confection de vêtements, modes. Dans certains emplois, une instruction technique est également utile à la femme.

Le *jardin d'enfants* trouve une heureuse application auprès des grandes usines. L'instruction des enfants contribue au perfectionnement de l'éducation civique, lorsque les parents employés sont, en majeure partie, des immigrants. Parfois, il est avantageux pour une Compagnie de publier un périodique écrit dans les diverses langues que parlent ses ouvriers. Sur le sol des villes spécialement créées pour l'industrie, les Compagnies sont souvent obligées de bâtir des écoles publiques en même temps que des églises et des salles de réunion.

L'habitation fait partie du bien-être social ; elle doit être étudiée au double point de vue de l'hygiène et du respect individuel. Aucun centre industriel ne saurait être dépourvu d'un réseau d'égouts, d'une canalisation d'eau pure, d'un sol bien pavé ; pas un lot de terrain ne devrait être vendu, ni une maison bâtie aussi longtemps que ces travaux d'hygiène n'ont pas été exécutés.

Des Sociétés mutuelles d'épargne et de prêt rendent aussi de grands services aux employés en les protégeant contre les extorsions des usuriers.

Les Sociétés de bienfaisance ressortent également du bien-être social ; mais volontaires ou obligatoires, aussi bien que les divers systèmes des caisses de retraites, ces organisations sont encore sérieusement discutées.

On voit, par ce qui précède, avec quelle prudence les Américains abordent, dans chaque cas particulier, les applications possibles, les solutions successivement désirées par le personnel.

Le poste de secrétaire ou directeur du bien-être n'est pas exclusivement réservé à des spécialistes hommes ; il a été reconnu que les qualités inhérentes à ces fonctions se rencontrent souvent chez la femme à un degré au moins égal.

On pourrait citer, à titre d'exemple, tel établissement qui

ayant installé à grands frais une salle de repos et de récréation, où les ouvrières étaient admises après la journée, voyait ce local complètement délaissé.

Après enquête, une *Secrétaire du bien-être* fit comprendre aux chefs de l'entreprise que l'abstention tenait à la méfiance du personnel, considérant l'offre de cet asile comme une sorte d'humiliation; qu'il suffirait sans doute d'inviter tout d'abord les ouvrières individuellement et par séries à passer la soirée dans le local qui leur était destiné. La glace fut ainsi rompue et, quelques semaines après, les ouvrières venaient spontanément mettre à profit les salles dédaignées jusqu'alors.

S'agit-il de maisons ouvrières? Avant d'en arrêter les plans, il importe de consulter les ménagères, de tenir compte, dans la mesure du possible, des desiderata fondés sur l'expérience quotidienne.

De cet exposé fort incomplet, ressort l'importance du rôle que le secrétaire ou le directeur du bien-être — ce que l'un de nos économistes les plus éminents, M. Cheysson, qualifiait d'ingénieur social — est appelé à jouer dans l'industrie contemporaine. Nous pensons que certains Membres de la Société des Ingénieurs Civils de France pourront trouver, dans cette direction, un heureux emploi de leurs aptitudes et satisfaire ainsi à l'un des articles fondamentaux de nos statuts en « poursuivant, par l'étude » des questions d'économie industrielle, d'administration et » d'utilité publique, l'application la plus étendue des forces et » des richesses du pays (1) ».

(1) Article 2, § 4.

CHRONIQUE

N° 299.

Sommaire. — Les locomotives à l'Exposition de Saint-Louis. — L'utilisation de la tourbe. — Poids d'une foule par unité de surface. — L'estimation des distances. — Les applications de l'air liquide. — Procédé de conservation des bois.

Les locomotives à l'Exposition de Saint-Louis. — L'Exposition de Saint-Louis compte 42 locomotives à vapeur, dont 6 provenant de l'étranger. En 1893, à Chicago, le nombre s'élevait à 62, dont 10 locomotives étrangères. A Paris, en 1900, il n'y en avait pas moins de 70.

Sur les 36 locomotives construites aux Etats-Unis, 28 proviennent des deux grands établissements de ce pays, les ateliers Baldwin et l'American Locomotive C°. Les premiers entrent dans ce chiffre pour 15 locomotives, et la seconde pour 13. Les 6 locomotives étrangères proviennent : 1 de France (ateliers de Belfort de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques) ; 4 d'Allemagne, dont 1 de la Société Hanovrienne, et 3 de la fabrique Henschel, de Cassel, et, enfin, 1 du Canada (Canadian Locomotive C°, de Kingston).

Si nous divisons les locomotives au point de vue du mode de fonctionnement de la vapeur, nous trouvons, sur 42 machines, 10 compound seulement; il est vrai de dire que, sur les 6 locomotives étrangères, 5, c'est-à-dire toutes les locomotives de provenance européenne, fonctionnent à double expansion. A l'Exposition de Chicago, il y avait 20 locomotives compound sur un total de 62, et à Paris, en 1900, on trouvait 36 compound sur 66 locomotives; il semblerait par là que l'emploi de la double expansion est encore actuellement bien moins répandu aux États-Unis qu'en Europe. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

Les 42 locomotives exposées à Saint-Louis peuvent se diviser comme suit, au point de vue de leurs dispositions générales; on a dû nécessairement, vu la prédominance des modèles américains, tenir surtout compte de ces modèles pour la classification.

1. — *Type spécial.* — Cette classe ne comprend qu'une seule machine; c'est une locomotive à grande vitesse, construite par Henschel et fils, à Cassel; elle est portée sur six essieux, dont deux moteurs, au centre, et un bogie à deux essieux à chaque extrémité; c'est une compound à trois cylindres, la caractéristique en est $\overline{PP}\,MM\,\overline{PP}$. Nous croyons inutile d'entrer dans plus d'explications, ayant donné une description assez complète de cette remarquable locomotive dans la Chronique de janvier 1904, page 114.

2. — *Type Atlantic.* — On sait que le type Atlantic est caractérisé par la présence de deux essieux accouplés, avec un bogie à l'avant et un essieu porteur à l'arrière, soit $P\,MC\,\overline{PP}$.

On trouve, dans cette classe, 11 locomotives, dont 6 à simple expansion et 5 compound, dont 4 à quatre cylindres, avec équilibrage des

pièces du mouvement les unes par les autres; ces dernières comprennent la locomotive française, 1 locomotive allemande, et 2 américaines.

3. — *Type à huit roues.* — C'est le type classique des locomotives à voyageurs américaines, qu'on tend à abandonner pour le précédent; il est figuré par M C $\overline{PP}$. On trouve sous cette forme 3 locomotives, dont 2 américaines et 1 canadienne; une des premières est compound, du type Vauclain, à quatre cylindres superposés deux à deux, avec un seul mécanisme par paire de cylindres.

4. — *Type Pacific.* — C'est une modification du type suivant, consistant en l'addition d'un essieu porteur à l'arrière, de même que le type Atlantic est la modification, par le même moyen, du type à huit roues. Il se représente par $\overline{P}$ C MC $\overline{PP}$. Ce groupe compte 3 locomotives, toutes de provenance américaine, et à simple expansion.

5. — *Type à dix roues.* — Ce type, C MC $\overline{PP}$, est représenté par 2 locomotives américaines à simple expansion.

6. — *Type Mogul.* — Ce genre de machine est très employé aux États-Unis, et fréquemment aussi en Europe; il tend d'ailleurs dans les premiers à être abandonné pour le suivant. Il est caractérisé par la disposition C MC $\overline{P}$. On trouve 4 locomotives de ce modèle, toutes construites aux Etats-Unis, et à simple expansion; une d'elles, à la voie de 1,067 m, est destinée au Japon.

7. — *Type Prairie.* — Ce type diffère du précédent par l'addition d'un essieu porteur à l'arrière, soit P C MC $\overline{P}$. On ne trouve dans cette classe qu'une seule locomotive, de provenance américaine, et à simple expansion.

8. — *Type Consolidation.* — Ce modèle, C MC C $\overline{P}$, a longtemps constitué le type unique de la grosse locomotive américaine à marchandises. Il est représenté à l'Exposition de Saint-Louis par 9 exemplaires, tous de provenance américaine, et dont 1 seul est à double expansion. 4 de ces machines sortent des ateliers Baldwin, et 3 de ceux de l'American Locomotive C°; les 2 autres ont été construites par la fabrique Rogers. Ce type paraît être arrivé à sa limite de puissance, et c'est ce fait qui justifie la création des deux suivants.

9. — *Type Decapod.* — Le modèle Decapod est caractérisé par l'emploi de cinq essieux accouplés, avec un essieu porteur à l'avant; on l'a récemment modifié par l'addition d'un essieu porteur à l'arrière, ce qui constitue le type *Decapod symétrique*, $\overline{P}$ C C M C C $\overline{P}$, auquel appartient une machine exposée par la fabrique Baldwin, et construite pour le Atchison Topeka and Santa Fe R. R. Elle est du système compound-tandem, et est une des deux plus grosses locomotives de l'Exposition, pesant (sans tender) 130 500 kg, dont 106 000 utilisables pour l'adhérence. La chaudière présente une surface de grille de 5,44 m², et une surface de chauffe totale de 445 m².

10. — *Type compound articulé Mallet.* — La machine figurant dans ce groupe est d'un système trop connu pour qu'il soit utile d'insister si

ce n'est pour dire qu'elle constitue la première application (1) de ce type aux États-Unis. Nous nous bornerons à indiquer qu'elle est à six essieux, en deux groupes MCCMCC, et constitue de beaucoup la plus grosse locomotive construite jusqu'ici. Elle pèse en effet 151 500 kg sans le tender, et 215 000 avec le tender plein; elle est à adhérence totale. La chaudière a une surface de grille de 6,72 m² et une surface de chauffe de 520 m². La pression, 16,5 kg, est la plus élevée qu'on rencontre sur les locomotives de l'Exposition. Cette machine colossale a été construite par l'American Locomotive C°, dans ses ateliers de Schenectady, pour le Baltimore Ohio R. R., qui la destine à la traction des gros trains de combustible, dans la région de Connellsville.

11. — *Type à engrenages.* — Ce type, spécial aux États-Unis, est caractérisé par l'emploi d'un moteur vertical, généralement à trois cylindres, actionnant un arbre longitudinal et articulé, qui commande, par engrenages d'angle, les divers essieux; dans la machine exposée, construite par les ateliers de Lima, il y en a six. Cette machine, de grandes dimensions pour le type, pèse, en service, 59 000 kg, entièrement utilisés pour l'adhérence, mais sa surface de chauffe n'est que de 91 m², ce qui s'explique par la très faible vitesse avec laquelle fonctionne cet appareil, auquel on peut à peine donner le nom de locomotive.

12. — *Machines de manœuvres.* — Ces machines sont toujours à adhérence totale, généralement à trois essieux accouplés. Il n'y en a qu'une à l'Exposition; elle est de fortes dimensions, pesant 65 000 kg, ce qui représente près de 22 t par essieu, charge qui n'a rien d'extraordinaire aux États-Unis. La chaudière a 208 m² de surface de chauffe.

13. — *Machines-tender.* — On trouve, sous ce titre, 3 locomotives, dont 1 américaine et 2 allemandes, provenant des ateliers Henschell; ce sont de petites machines, elles pèsent respectivement 14 000, 7 500 et 20 800 kg, entièrement utilisés pour l'adhérence. Toutes ces locomotives sont à simple expansion.

14. — *Type Miniature.* — Cette classe comprend une machine, dont nous ne parlerons qu'à titre de curiosité; elle dessert un chemin de fer également en miniature, à la voie de 0,38 m, établi dans l'Exposition; elle est montée sur roues de 0,25 m, et pèse 450 kg seulement; les cylindres ont 70 mm de diamètre, et 101 de course, la pression est de 10,5 kg par centimètre carré.

Nous avons dit plus haut qu'il y avait 10 locomotives compound; sur ce total, on trouve 1 seule locomotive à deux cylindres, 1 à trois, et 8 à quatre cylindres. Ces dernières se divisent elles-mêmes en : 1 locomotive compound tandem, 1 articulée avec deux groupes de cylindres séparés, 4 avec les mécanismes s'équilibrant, et enfin 2 avec la disposition à cylindres superposés de Vauclain.

Disons en passant qu'on pourrait s'étonner de voir le système Vauclain, qui n'a pas reçu jusqu'ici moins de 3 000 applications aux États-

(1) Nous disons la première, mais non la seule, car les ateliers Baldwin viennent de livrer aux chemins de fer de Porto-Rico des machines de même système, également à six essieux, mais de dimensions actuellement bien moindres, pour la voie de 1 m.

Unis, représenté à l'Exposition de Saint-Louis par deux exemplaires seulement, si on ne savait que les expositions sont loin de représenter toujours la pratique courante de l'industrie. On peut faire la même observation au sujet de la compound à deux cylindres, encore à l'heure qu'il est très répandue aux États-Unis, et dont l'Exposition ne présente qu'un exemplaire unique.

On peut tirer de l'exposé que nous vous avons fait plus haut, et surtout des tableaux de dimensions, que donnent les journaux américains, et que nous regrettons de ne pouvoir reproduire à cause de leur étendue, quelques considérations intéressantes au point de vue des divers éléments qui constituent les locomotives.

La pression la plus élevée est celle de 16,5 kg, soit 235 livres par pouce carré, qu'on trouve sur la locomotive compound articulée du Baltimore-Ohio. La pression la plus employée est celle de 200 livres, soit 14 kg; la plus faible est celle de 150 livres, ou 10 kg, d'une petite locomotive-tender.

La plus grande surface de chauffe se rencontre sur la locomotive compound articulée du Baltimore-Ohio, soit 520 m², la surface de grille étant de 6,72 m². Après, vient la locomotive *Decapod*, où ces surfaces sont respectivement de 460 et 5,44 m²; mais la plus grande surface de grille se trouve sur une machine *Consolidation*, du Delaware-Lackawanna and Western R. R., qui a 8,83 m² de grille, pour une surface de chauffe de 257,9 m². Le foyer de cette machine est du système Wootten.

Toutes ces locomotives sont pour service de marchandises; si on examine les locomotives à voyageurs, on trouve que la plus grande surface de chauffe est de 335 m², pour la locomotive type *Prairie*, du Lake-Shore and Michigan Southern R. R., tandis que la plus grande surface de grille, 5,16 m², appartient à une locomotive type *Atlantic*, du Baltimore-Ohio.

Le plus grand diamètre de corps cylindrique est de 2,133 m, et se rencontre sur la locomotive Mallet, qui détient également le record de la hauteur de l'axe au-dessus du rail, 3,05 m.

C'est la locomotive *Consolidation*, du New-York Central, qui a le plus grand nombre de tubes, 458; la machine Mallet vient après, avec 436; le diamètre de la première n'est que de 2,07 m, mais ses tubes ont 50,8 mm de diamètre, au lieu de 57, ce qui explique comment on a pu mettre un nombre supérieur de tubes.

La machine Mallet a des tubes de 6,40 m, c'est la plus grande longueur rencontrée; il faut dire que la disposition même de la machine se prête à l'emploi d'une longue chaudière. La locomotive *Decapod* a des tubes de 6,10 m. Cette longueur se rencontre également sur une machine type *Pacific*; enfin, la plupart des locomotives *Atlantic* ont des tubes de 4,55 et 5,50 m. L'Exposition montre clairement une tendance, chez les constructeurs américains, à revenir à l'emploi de longs tubes.

On ne rencontre presque que des tubes de 50,8 mm, le maximum étant, exceptionnellement, de 57; deux grosses machines seulement, toutes les deux étrangères, la canadienne et la locomotive allemande à grande vitesse, ont des tubes de 45 mm.

Si nous passons aux pièces du mécanisme, nous trouvons que le plus

grand diamètre de roues est de 2,20 m pour la locomotive allemande à grande vitesse. Pour les locomotives américaines, le plus grand diamètre est de 2,15 m, pour une locomotive *Atlantic*, du Chicago, Burlington and Quincy R. R. Il est intéressant de noter que la locomotive type *Prairie*, qui a trois essieux accouplés, a des roues de 2,032 m de diamètre.

Le plus grand diamètre de cylindres est de 813 mm; il se rencontre sur les cylindres B. P. de la machine Mallet et sur ceux de la locomotive *Decapod;* la locomotive *Consolidation*, du Norfolk Western R. R., qui est une compound à deux cylindres, a même un cylindre B. P. de 889; les machines *Consolidation* à simple expansion ont des cylindres de 584 au maximum.

Le plus grand diamètre pour locomotives à voyageurs, à simple expansion, est de 559 mm; on le trouve sur la machine Atlantic du Baltimore-Ohio.

La plus grande course de piston est de 0,813 m; on la rencontre sur cinq locomotives : la machine Mallet, la locomotive *Decapod*, et trois *Consolidation*. La plus petite course pour les grosse machines est de 0,610 m, on ne la trouve que dans très peu de machines, le chiffre le plus ordinaire, pour les locomotives à voyageurs, est 0,66 m.

Nous avons déjà dit qu'on trouvait à Saint-Louis une locomotive pesant 151 500 kg et une autre 130 500. Des poids de 90 000, 95 000 et 100 000 kg se trouvent sur plusieurs locomotives *Consolidation*. Pour les machines à voyageurs du type *Atlantic*, le poids le plus élevé est celui de la locomotive du New-York Central, qui pèse 90 600 kg; la machine type *Pacific* de l'Union Pacific R. R. pèse 100 600 kg. Le maximum de charge par essieu pour locomotives à voyageurs est de 25 000 kg, on trouve ce chiffre sur la plupart des locomotives *Atlantic*. La machine Mallet le dépasse légèrement, son poids total divisé par le nombre d'essieux, six, donne 25 250 kg; la machine *Decapod* pèse seulement 22 200 kg par essieu; de même pour la plus lourde locomotive *Consolidation*. Il n'y a, du reste, guère d'enseignements à tirer de ces chiffres, car la nature de la voie a nécessairement la plus grande influence sur ces charges.

On trouve un tender portant 32 000 l d'eau, c'est celui de la machine *Atlantic* de l'Atchison, Topeka and Santa Fe R. R. D'autres tenders, dans la même classe, portent 28 500 et 26 500 l. Ces dernières capacités se retrouvent sur les tenders de plusieurs machines *Consolidation*. Le poids maximum de combustible est de 13 500 kg pour le tender d'une machine *Atlantic* de l'Illinois Central R. R., mais les capacités de 10 000 et 12 000 kg ne sont pas rares. On conçoit qu'avec de tels approvisionnements, on arrive à des poids de 65 000 kg pour les tenders chargés. Tous les tenders des machines exposées sont d'ailleurs portés sur deux bogies à quatre roues sauf celui de la machine à voie étroite destinée au Japon qui présente la bizarre disposition d'être porté sur un bogie à l'arrière et sur un essieu simple à l'avant, total six roues. Trois machines américaines ont des tenders en forme de réservoir cylindrique à axe horizontal, forme qu'on avait déjà vue à Paris en 1900 sur le tender de la locomotive italienne du réseau de l'Adriatique.

Une seule locomotive est munie d'un surchauffeur, c'est la machine

de Hanovre. La grosse machine Henschel présente également la particularité d'avoir le poste du mécanicien à l'avant. On se rappelle que la locomotive italienne du réseau de l'Adriatique exposée à Paris en 1900 présentait la même particularité, toutefois il existe entre les deux locomotives une différence essentielle : dans la machine allemande, le poste du mécanicien est à l'avant de la locomotive, mais en avant de la boîte à fumée, tandis que la locomotive italienne marche la boîte à feu en avant et le mécanicien est à sa place ordinaire, mais en tournant le dos au foyer.

Comme détail de construction, nous indiquerons que la moitié environ des locomotives américaines, compound ou non compound, ont des tiroirs à pistons, tandis qu'une seule des locomotives européennes en possède et cela seulement pour un de ses deux groupes de cylindres. Quant au mécanisme de distribution, toutes les locomotives américaines ont des coulisses à l'exception de la machine Mallet qui est pourvue d'un mécanisme Walschaerts, ce qui constitue, soit dit en passant, la première application de ce mécanisme aux États-Unis, mais toutes les locomoives européennes exposées à Saint-Louis portent la distribution Walschaerts.

L'Exposition de Saint-Louis paraît, en ce qui concerne la construction des locomotives, comporter quelques enseignements. Elle présente d'abord une tendance très manifeste à l'augmentation de la puissance et du poids des locomotives, tendance qui se faisait apprécier déjà à Paris en 1900, les chiffres que nous avons indiqués plus haut suffisent pour s'en rendre compte. On doit reconnaître aussi que les constructeurs américains ne sont plus si exclusifs sur les formes générales et les détails classiques de leurs locomotives ; ils paraissent aujourd'hui disposés à admettre qu'il y a du bon dans la pratique européenne et commencent à y faire des emprunts parfaitement avoués. En présence de l'importance de ces faits, nous croyons inutile d'insister sur des points d'un intérêt secondaire.

Nous croyons cependant devoir dire deux mots des locomotives électriques exposées à Saint-Louis. Il y en avait huit, toutes de médiocres dimensions et destinées au service de mines et d'usines. Trois étaient à accumulateurs, quatre recevaient le courant d'un trolley et une d'un troisième rail. Celle-ci présentait la particularité intéressante que ce troisième rail placé dans l'axe de la voie était denté en forme de crémaillère et transmettait le courant par la roue dentée servant à la traction sur rampes. On voyait aussi une quantité de voitures électriques pour chemins de fer urbains et tramways.

L'utilisation de la tourbe. — L'attention se porte de plus en plus sur l'utilisation de la tourbe comme combustible. Son abondance dans certaines régions est énorme. Si on admet, d'après certains auteurs, que 10 t de tourbe fraîchement extraite correspondent à 1 t de bonne houille, on trouve que la puissance calorifique totale des tourbières d'Irlande, dont la superficie peut être évaluée à 1 million d'hectares, sur une profondeur de 5 à 10 m représente celle de 5 milliards de tonnes de houille.

On sait que la tourbe, à son état naturel, est un pauvre combustible. Sa contexture spongieuse fait qu'elle contient beaucoup d'eau mélangée et elle en renferme encore notablement en combinaison. Ordinairement et pour les usages domestiques, on se contente de faire sécher à l'air en en formant des piles, les mottes de tourbe détachées du sol. Après ce séchage sommaire, la tourbe contient encore 20 à 30 0/0 d'eau. Lorsqu'on veut opérer sur une plus large échelle, on emploie des presses mécaniques qui expulsent à peu près la moitié de l'eau contenue dans la tourbe et amènent en même temps celle-ci à une densité notablement plus considérable. Les briquettes obtenues sont ensuite séchées à l'air ou mieux dans des étuves ; dans ce dernier cas, la proportion d'eau restante peut être réduite à 12 0/0. La tourbe ainsi préparée peut être employée directement, pour le chauffage domestique et pour des usages industriels.

Il y a longtemps déjà qu'on a songé à obtenir de la tourbe un combustible d'une valeur plus grande que celle des briquettes préparées comme il vient d'être dit. Ainsi entre 1850 et 1860, on avait fait à Langenburg en Prusse des essais sur une grande échelle dans cet ordre d'idées. Ces essais et d'autres faits depuis n'ont pas donné de résultats bien encourageants, à cause du prix élevé du traitement et aussi à cause des difficultés dues à la nature élastique du produit desséché, nature qui se rapproche de celle du caoutchouc.

Lorsqu'on parle de fabriquer des briquettes de tourbe, il faut distinguer entre la simple mise sous forme de parallélipipèdes de la tourbe par compression, ce qui se pratique depuis un temps presque immémorial dans la Haute-Bavière et la confection de briquettes avec la matière préalablement desséchée. C'est de ce dernier procédé qu'il va être question. Il y a beaucoup de méthodes pour le mettre à exécution. Une des plus intéressantes est celle qui a été proposée par un Ingénieur allemand, M. Stauber et qui a reçu ses premières applications il y a six ou sept ans. Avant de la décrire, il est indispensable de donner quelques détails sur la nature et la conformation de la matière première.

La tourbe est beaucoup plus difficile à traiter que le lignite, parce qu'elle contient plus d'eau et aussi à cause de sa texture. La tourbe n'a point entièrement perdu sa nature végétale ; elle ne subit plus, il est vrai, de transformations, mais, comme les couches augmentent continuellement d'épaisseur dans une mesure plus ou moins grande, la tourbe formée subit encore certaines modifications avec le temps. Elle conserve toujours des propriétés qui la rattachent aux substances végétales, notamment une certaine élasticité même lorsqu'elle a été desséchée. On attribue cette propriété à la présence d'hydrocarbures qui, tenant plus ou moins du goudron, forment une sorte de ciment qui relie les particules végétales. Ces hydrocarbures constituent des huiles et des goudrons. Plus les combustibles sont de formation récente, plus ils renferment d'oxygène et plus aussi de matières volatiles et d'huiles légères. Ce sont les proportions de ces composés qui déterminent les procédés de traitement des matières brutes pour les convertir en briquettes. Si, par exemple, on pousse trop loin la dessiccation de la matière, on risque de chasser une partie des hydrocarbures et la tourbe desséchée

n'a plus assez de matière plastique pour former des briquettes de bonne qualité et surtout de cohésion suffisante. Un procédé de ce genre doit donc, pour être efficace, réunir un certain nombre de conditions qui exigent une étude théorique et pratique très attentive.

Dans la méthode Stauber, la tourbe est d'abord extraite du sol au moyen d'une sorte d'outil dragueur de forme appropriée et mise en tas dans des endroits convenablement disposés pour subir une première dessiccation. Ces premières opérations, quelque simples qu'elles paraissent, doivent être faites dans des conditions convenables, au point de vue de l'influence économique et technique qu'elles auront sur les opérations subséquentes.

La tourbe qui a subi ce premier séchage est transportée dans des wagonnets à bascule d'une capacité d'environ un demi-mètre cube et versée dans des silos d'où un élévateur l'amène à l'appareil de compression qui est formé d'une bande de grosse toile métallique passant sur deux rouleaux ; ceux-ci expriment l'eau qui sort à travers les mailles de la toile. Cette bande a 4 m de longueur sur 1,50 m de largeur. A son extrémité se trouve, dans un sens perpendiculaire, une chaine sans fin portant des crochets qui font tomber la tourbe comprimée sur une sorte de tamis oscillant qui la crible. Les gros morceaux sont séparés pour être traités de nouveau, il est nécessaire que leur proportion soit aussi faible que possible. Les fibres et racines végétales qui adhèrent à la toile métallique sont détachées par une brosse rotative agissant à la partie inférieure de la toile sans fin.

La tourbe divisée est amenée par un élévateur à l'étuve de dessiccation, non sans avoir subi, en passant, une sorte de trituration dans un appareil spécial. L'étuve forme une des parties essentielles du système Stauber. La matière est introduite dans un cylindre métallique de 1,50 m de diamètre sur 7 m de longueur, placé horizontalement et porté sur des galets. Ce cylindre reçoit un mouvement de rotation, et une série de saillies ménagées sur la paroi intérieure suivant une spirale font avancer les matières à sécher pendant qu'elle est soumise à l'action des gaz chauds provenant d'un foyer. Le cylindre est mû par une machine à vapeur de 50 ch. La matière desséchée introduite dans une trémie à la sortie du sécheur est montée par un élévateur dans un four vertical assez semblable à ceux dont on se sert dans la fabrication des briquettes de lignite et contenant un certain nombre de plaques placées à des intervalles réguliers, sur lesquelles passe la matière et où la proportion d'eau descend à 18 à 20 0/0 ; ce four est actionné par une machine de 15 ch. Une tonne de tourbe brute se trouve à la sortie de ce four réduite à 250 kg de matière contenant encore 50 kg d'humidité.

La matière sèche passe de là entre des cylindres où elle est comprimée et est ensuite amenée par un élévateur sur un crible à mailles de 4 mm qui sépare les substances végétales, pierres, sable, etc., qui pourraient rester et dont la présence serait nuisible à la qualité des briquettes. La matière ainsi nettoyée est amenée par un dernier élévateur dans une trémie qui alimente la presse à briquettes. Cette presse, du système Exter, est actionnée par une machine de 60 ch ; elle donne de 100 à 120 coups par minute. Elle peut faire, par vingt-quatre heures, avec

deux équipes travaillant dix heures chacune, cinq wagons de briquettes. Si on suppose seulement 100 coups par minute, les briquettes pesant 0,45 kg environ, on arrive à 2 500 kg à l'heure ou 50 t par journée de vingt heures; ces 50 t représentent un volume primitif de tourbe de 200 m³.

Il est intéressant d'entrer dans les détails du prix de revient des briquettes fabriquées par cette méthode.

On a vu que 50 t de briquettes exigent 200 m³ ou 200 t de tourbe qui représentent environ 240 t de matière brute si on tient compte des pertes, impuretés, etc. Pour extraire 240 t par jour, il faut employer quatre machines desservies chacune par trois hommes et donnant de 3 à 3,5 m³ à l'heure.

Voici comment s'établit le prix de l'extraction et du transport :

12 hommes à trois par machine à 5 f par jour	Fr.	60 »
2 chevaux et leurs conducteurs		12.50
2 hommes pour mettre la tourbe en tas		10 »
5 hommes pour la charge		25 »
	Fr.	107,50

Si on travaille jour et nuit, il faudra deux équipes, ce qui fait . . . . Fr. 215 »

Voici comment s'établit le coût de la fabrication dans l'usine :

2 hommes à l'élévateur	Fr.	10 »
1 — au crible		5,80
1 — aux cylindres		5,80
1 — à l'appareil compresseur		5,80
2 porteurs		10 »
2 chauffeurs		10,80
2 mécaniciens		17,30
1 homme à la presse à briquettes		10 »
	Fr.	75,70

Si on travaille jour et nuit, il faudra deux équipes, ce qui fait . . . . Fr. 151,40

Il faut ajouter les appointements d'un contremaître, soit 10 f, ce qui donne 160 f en nombres ronds.

Le prix de revient total s'établira comme suit :

Extraction de la matière	Fr.	215 »
Fabrication des briquettes		160 »
Combustible : 25 000 kg de lignite à 6 f		150 »
Graissage, réparation et divers		12,50
Intérêt sur matériel : 150 000 f à 10 0/0		50 »
— sur bâtiments : 50 000 f à 5 0/0		8,30
Terrain pour séchage, location		10 »
Total.	Fr.	605,80

Cette dépense, appliquée à une fabrication journalière de 125 000 briquettes, fait ressortir le prix des 1 000 briquettes à 4,85 f et celui de la tonne, pour 50 t par jour, à 12,10 f.

Pour juger si ce prix est admissible, il est nécessaire de tenir compte du pouvoir calorifique de ces briquettes. *(A suivre.)*

Poids d'une foule par unité de surface. — Nous avons donné, dans la Chronique d'avril 1893, page 575, les résultats de diverses expériences faites dans le but de déterminer la charge exercée sur une surface par l'agglomération d'êtres humains qu'on désigne par le terme de foule.

La question a été reprise depuis et le professeur L. J. Johnson, aux États-Unis, a constaté que les chiffres adoptés usuellement étaient trop faibles et que le poids d'une foule pouvait s'élever quelquefois au chiffre énorme de 600 et même 730 kg par mètre carré. Ce sont, d'ailleurs, les valeurs maxima indiquées par le professeur W. K. Kernot, de Melbourne, et que nous rapportions dans notre article de 1893.

M. Hunscheidt, architecte du Gouvernement, à Bonn, a fait également sur le même sujet des expériences dont le résultat est donné dans le *Centralblatt für Bauwervaltung*. Ces résultats confirment les précédents. Les voici indiqués d'une manière sommaire pour les divers essais :

1° Surface $1{,}65 \times 3{,}10 = 5{,}12$ m². Charge 40 chauffeurs de 25 à 45 ans pesant en moyenne 72 kg. Ces hommes couvraient l'aire à se toucher. Il y avait donc 7,7 hommes par mètre carré et le poids ressort à 560 kg par mètre carré;

2° Même aire, on a introduit 6 hommes de plus, du même poids moyen. Il y avait presse, mais pas plus que ce qu'on constate souvent à la sortie d'une réunion, cela fait 9 hommes et 650 kg par mètre carré;

3° On a encore ajouté 4 hommes, ce qui fait un total de 50 hommes. Il y avait foule compacte, comme cela se présente quelquefois dans une rue étroite, ou sur un débarcadère, ou à l'entrée de certains magasins aux fêtes de Noël. On trouve tout près de 10 hommes et 706 kg par mètre carré;

4° On a opéré sur une petite cour fermée sur trois côtés par des murs et sur le troisième par une planche. Cette cour avait $1{,}5 \times 1{,}6 = 2{,}4$ m². On y fit entrer 25 écoliers de 14 à 18 ans pesant en moyenne 50,4 kg; cet essai donne un peu plus de 10 personnes et 525 kg par mètre carré;

5° On a ajouté 5 garçons, ce qui donne un total de 28, soit 12 personnes et 588 kg par mètre carré;

6° On a encore ajouté 2 garçons, ce qui donne un total de 30 personnes. Cette addition porte le nombre à 12,5 et la charge à 630 kg. On peut considérer la foule comme étant dans les mêmes conditions que dans l'essai n° 3.

La moyenne des six essais donne une charge de 625 kg, un minimum de 525 et un maximum de 706 kg. M. Hunscheidt fait observer qu'il n'a pas atteint le maximum de 730 kg obtenu par le professeur Johnson; cela tient probablement à ce que, dans la plus grande presse réalisée dans ses essais, les hommes pouvaient encore se mouvoir, tandis que dans les expériences américaines, la presse était telle qu'au-

cun mouvement n'était possible. De là probablement la légère différence de 24 kg constatée.

Il semble donc que les maxima de 400 et 500 kg fixés par la circulaire en date du 16 mai 1890 du Ministre des Travaux publics de Prusse ne sont pas assez élévés et qu'ils devraient être portés au moins à 600 ou 650 kg, pour que les coefficients de sécurité ne deviennent pas insuffisants, dans certains cas qui peuvent se présenter dans la pratique.

L'estimation des distances. — Un procédé d'estimation des distances, applicable surtout à la marine, mais qui peut servir dans bien d'autres conditions, est indiqué par le commandant William H. Boehler de la marine des États-Unis, dans les *Proceedings of the United States Naval Institute.*

L'auteur expose que, commandant le navire de guerre *Monterey*, en station dans les mers de Chine, il adopta l'année dernière une méthode pour estimer les distances que les officiers et l'équipage arrivèrent rapidement à employer avec les meilleurs résultats. Cette méthode, très simple, consiste à viser d'abord avec l'œil droit, puis avec l'œil gauche, l'extrémité de l'index de la main droite, le bras droit étant étendu horizontalement. Les extrémités des deux rayons visuels atteignant l'objet visé sont séparés par une distance qui est le dixième de la distance de cet objet à l'observateur. Ce fait est basé sur la proportion qui existe entre la distance des deux yeux, laquelle est en moyenne de 70 mm. alors que la distance de l'œil à l'extrémité de l'index, le bras étant étendu horizontalement est de 0,70 m, rapport 1 à 10. Les rayons visuels et ces distances forment deux triangles semblables qui sont dans les rapports de 1 à 10.

On voit que la méthode repose sur la possibilité de connaître une longueur transversale sur l'objet visé; or, dans la marine, c'est assez facile, car on connaît d'une manière suffisamment exacte certaines dimensions des navires, si ce sont des navires qu'on vise. Ainsi, à Chefou, le *Monterey* reçut l'ordre de prendre position à 274,50 m (300 yards) d'un autre navire, le *Monadnock*. Ce dernier se présentait par l'arrière, sa largeur était de 18,30 m. Le *Monterey* avança donc jusqu'à ce que, la visée de l'œil droit de l'observateur portant sur le flanc de bâbord du *Monadnock*, la visée de l'œil gauche se portât à une demi-largeur à droite du flanc de tribord. La distance des extrémités des deux rayons visuels étant de $18{,}30 \times 1{,}5 = 27{,}5$, la distance obtenue est dix fois soit 275 m. Si un navire se présente par le travers, on connaît généralement l'écartement des mâts, celle des tourelles ou d'autres points de repère.

On peut objecter que la taille des hommes n'étant pas la même, la distance des deux yeux et la longueur du bras étendu pourront varier, mais le rapport des deux est sensiblement invariable et, d'ailleurs, on peut, par des exercices préalables, arriver facilement à étendre le bras de telle sorte que la distance de l'œil à l'extrémité de l'index soit sensiblement dix fois l'écartement des yeux. C'est une question d'habitude.

On peut, du reste, employer soit pour l'apprentissage de la méthode, soit même à titre permanent, un instrument fort simple, décrit par le

commandant Boehler et formé de trois lattes légères en bois mince figurant un triangle rectangle; le petit côté qui a pour largeur l'écartement des yeux porte au milieu une entaille où se place la racine du nez, le grand côté de l'angle droit a pour longueur dix fois celle du petit, les deux grands côtés figurent donc les deux rayons visuels.

L'auteur fait remarquer que le grand et peut-être le seul inconvénient de cette méthode est son extrême simplicité qui porte ceux qui s'en servent à s'affranchir quelquefois des soins élémentaires sans lesquels elle ne peut donner de résultats suffisamment exacts. Mais c'est là un inconvénient facile à éviter.

L'auteur place ici une observation intéressante; il indique que son attention a été portée sur la question de l'estimation des distances et sur la nécessité de trouver une méthode simple pour la réaliser par des exercices auxquels fut soumis à cet effet, il y a quelques années, l'équipage du navire de la marine des États-Unis, *Montgomery*, sur lequel il était alors embarqué; on se servait d'instruments spéciaux pour les distances de 1 800 à 3 600 m. La preuve de l'utilité de ces exercices se trouve dans le fait qu'au bombardement du fort Canuelo, à Porto-Rico, le 12 mai 1898, le *Montgomery* envoya en cinq minutes exactement, dans le fort, 314 obus de ses six pièces de 5 pouces, lesquels ne laissèrent rien subsister de l'ouvrage.

Bien que ce procédé soit présenté surtout pour faire des observations à la mer, il peut être employé ailleurs lorsqu'on a le moyen de connaître approximativement une distance sur les objets visés ou dans le voisinage, par exemple, des fenêtres sur une maison, une palissade, ou même des hommes dont la hauteur peut servir à apprécier une distance horizontale. etc.

Les applications de l'air liquide. — Nous trouvons dans l'*Engineering Review* un article très développé sur l'air liquide; nous croyons intéressant d'en reproduire ce qui concerne la valeur technique et commerciale de ce corps.

Pour utiliser l'air liquide, il faut d'abord le conserver, c'est une question très délicate. Dans les meilleures conditions, avec l'emploi de récipients métalliques, car on ne saurait songer à se servir pour de grandes quantités des vases coûteux et fragiles de Dewar, on trouve une perte de 2 kg par heure avec des réservoirs métalliques de 50 kg, soit 4 0/0.

Au point de vue de l'emploi comme régrigérant, nous croyons devoir rappeler que le docteur Linde, à la réunion de la Société Allemande de Physique et d'Histoire naturelle, à Munich, le 17 septembre 1899, s'exprimait en ces termes : « Je regrette de ne pouvoir dire assez nettement et assez haut pour être entendu de tout le monde, que nous ne connaissons pas actuellement de méthode rationnelle de réfrigération par l'air liquide. »

Le prix de 0,20 f par kilogramme est certainement très bas si on le compare avec le prix de l'air liquide avant les procédés récents, mais si on considère que 1 kg ne correspond pas à plus de 125 calories, il est impossible de songer à l'emploi de cette substance comme agent réfrigérant, elle serait vingt-cinq fois plus coûteuse que l'ammoniaque.

Son usage comme force motrice serait encore bien moins avantageux pour une foule de raisons, dont la principale est qu'il ne paraît pas possible de retirer plus de 4 0/0 du travail employé à la compression nécessaire pour sa production. Il est bon de dire, toutefois, qu'il y a des cas où les deux applications peuvent être réalisées, par exemple lorsque la question de prix n'entre pas en ligne de compte. Ainsi les moteurs pour torpilles, et d'autres usages relatifs à l'art militaire, d'une part, et, de l'autre, le refroidissement de l'air dans les mines ou certaines galeries souterraines. M. L. Fubben, de Dortmund, a étudié cette dernière question, il dit qu'un litre d'air liquide, chauffé à 20° C., peut absorber, par son évaporation, 120 calories, et abaisser la température de 30 m³ d'air, de 20 à 10° C.

L'utilité de l'air liquide pour élever la proportion d'oxygène dans l'atmosphère de certaines galeries souterraines peut être assez grande pour faire passer sur le prix, relativement élevé, de l'emploi de ce corps.

Un autre terrain où l'air liquide pourrait trouver place, est celui des explosifs. Nous avons déjà traité cette question dans la Chronique de janvier 1900, page 6. Nous rappellerons que les premières expériences à ce sujet ont été faites à Powzberg, dans la Haute-Bavière, avec de l'air liquide mélangé avec du poussier de charbon; on a également expérimenté l'air liquide au tunnel du Simplon. Il semble qu'on ait obtenu d'assez bons résultats avec l'oxylignite de Linde; celle-ci paraît donner, poids pour poids, plus d'effet que la nitro-gélatine, bien que cette dernière soit plus efficace à volume égal.

Des essais ont été faits plus récemment, à Vienne, par M. Karl Heimpel, représentant de la Société Linde, en présence de membres d'une commission du Ministère de la Guerre d'Autriche. On a opéré dans des carrières, à Ober-Simmering; l'air liquide provenait de Munich. Durant le transport. et entre son arrivée et le moment de l'emploi, soit une période de soixante-douze heures, environ 50 0/0 de l'air liquide avait disparu. Le liquide contenait primitivement 75 0/0 d'oxygène et 25 d'azote, et, au moment de son emploi, 85 d'oxygène et 15 d'azote. Voici comment on procédait : un mélange aussi homogène que possible de Kieselguhr et d'huile solaire était préparé dans un récipient en bois; ce mélange était divisé en deux parties; à l'une on ajoutait l'air liquide, et on faisait une pâte dont on remplissait les enveloppes des cartouches.

L'autre partie était mise dans les cartouches sans addition de l'air liquide, qu'on versait sur celle-ci, de manière à saturer la pâte. Dans cette seconde méthode, il était plus difficile de connaître les proportions respectives d'oxygène et d'azote, à cause de l'évaporation partielle du liquide. Dans lés deux cas, on plaçait des amorces de fulminate dans les cartouches. La préparation demandait à peu près dix minutes. Les cartouches étaient placées dans des trous de 40 mm de diamètre, et 0,70 à 0,80 m de profondeur. On mettait le feu par l'électricité. Les résultats furent satisfaisants, bien que l'opinion des experts fut que l'effet était moindre qu'avec les explosifs tels que le coton-poudre, la nitro-gélatine, la dynamite, etc.

On doit admettre, toutefois, certains avantages : ainsi, on peut accéder au lieu de l'explosion de suite après celle-ci; comme la matière

devient inefficace au bout de quelques minutes, il est impossible de s'en servir dans un but criminel, et, de même, si un coup rate, on peut, après un laps de temps assez faible, enlever la cartouche sans aucun risque. Par contre, il faut se servir de cet explosif presque sans délai, et la force explosible est variable et incertaine. Il semble que, jusqu'à ce qu'on ait triomphé de ces difficultés, les applications de l'air liquide comme explosif resteront très limitées.

Ce corps peut avoir quelques usages au point de vue de la médecine et de l'hygiène. On l'a essayé contre le lupus et le cancer; il peut servir à créer une atmosphère riche en oxygène, pour le soulagement des personnes qui souffrent de l'asthme ou de la phtisie, cette atmosphère ayant également l'avantage d'être indemne de microbes. Mais, jusqu'à présent, ces avantages sont plus ou moins hypothétiques, et on peut considérer la production de l'air liquide beaucoup plus comme un succès scientifique, et un procédé de laboratoire, qui permet d'étudier l'effet de températures irréalisables auparavant, que comme le point de départ d'importantes applications industrielles et autres.

Procédé de conservation des bois. — Nous trouvons, dans les journaux anglais, des renseignements sur un nouveau procédé de conservation des bois, qui est actuellement en essai et paraît donner de bons résultats.

Ce procédé, dit procédé Powell, du nom de l'inventeur, consiste dans l'emploi de solutions sucrées pour l'imprégnation des bois. Voici la suite des opérations :

Le bois débité en pièces de dimensions convenables est chargé sur des chariots métalliques roulant sur une voie qui l'amène au cylindre d'imprégnation. Ce récipient a 2 m de diamètre et environ 10 m de longueur; les rails de la voie se prolongent à l'intérieur, pour qu'on puisse y introduire les chariots; ceux-ci sont attachés aux rails, afin que, lorsque le cylindre est plein de liquide, le bois ne puisse pas flotter dans le liquide. On ferme le récipient au moyen d'une porte massive solidement assujettie.

Le cylindre est muni à l'intérieur de tuyaux, dans lesquels on peut faire circuler, soit de la vapeur pour chauffer le bain, soit de l'eau pour le refroidir.

Au-dessus du récipient, sont disposés plusieurs réservoirs, dont chacun peut contenir plusieurs milliers de litres. Il est nécessaire d'en avoir plusieurs, parce que les diverses essences de bois exigent des solutions de compositions différentes. On fait dissoudre le sucre dans un petit réservoir contenant de l'eau chaude.

Les grands réservoirs sont en communication avec le cylindre par des tuyaux, et des pompes centrifuges assurent la circulation de la solution de manière que sa composition reste sensiblement uniforme. La durée du traitement dépend de la nature du bois; il en est de même du refroidissement qui, pour certaines essences, doit être rapide, et, pour d'autres, lent.

Dans le voisinage du cylindre d'imprégnation, sont disposés les séchoirs, chauffés par un poêle Blakman, d'où l'air est amené aux chambres

de séchage par un ventilateur. Il y a trois de ces chambres ayant des températures respectives de 30, 70 et 100° C. On passe le bois successivement par ces trois chambres, en commençant par la moins chaude.

Les divers appareils mécaniques, pompes, ventilateurs, etc., sont mus par une machine de 30 ch; une chaudière Lancashire fournit la vapeur nécessaire à ce moteur, et celle qui est destinée au chauffage du bain d'imprégnation.

On fait valoir, en faveur du procédé Powell, qu'il diminue la combustibilité et l'inflammabilité du bois, qu'il en accroît la résistance dans une mesure sensible, et qu'il prévient la pourriture sèche. On l'emploie pour imprégner des traverses de chemins de fer, des blocs de pavage, des bois pour la décoration, etc.

Le prix, qui est toujours une question importante, ne serait pas élevé, surtout si on le compare à celui des autres procédés.

COMPTES RENDUS

ANNALES DES MINES

7[me] livraison de 1904.

Le cuivre en Transcaucasie. — Notes de voyage, par M. P. Nicou, Élève Ingénieur des Mines.

Le Caucase a donné environ 45 0/0 du cuivre produit en Russie en 1900, tandis que la proportion n'était que de 38 0/0 en 1897. L'auteur étudie les différents gisements en donnant des détails sur les méthodes d'extraction et de traitement du minerai. Plusieurs de ces gisements sont dans des régions montagneuses où les moyens de transport sont tout à fait insuffisants. Aussi, pendant longtemps, on ne peut attendre de développement que des exploitations peu éloignées de la côte ou voisines des voies ferrées.

La fusion pyriteuse, par M. A. Lodin, Ingénieur en chef des Mines.

L'expression de fusion pyriteuse *(pyritic smelting)* est employée pour désigner la fusion des minerais argentifères, pauvres en plomb, avec des minerais pyriteux, afin d'obtenir la concentration de l'argent dans une matte. Cette définition était due au D[r] John Percy. L'étude de M. Lodin porte sur trois formules suivant lesquelles on peut réaliser la fusion pyriteuse, savoir : 1° la formule du brevet Lawrence-Austin (chargement en colonnes parallèles) ; 2° la fusion au four à cuve ordinaire sans addition de combustible, et 3° la fusion au four à cuve ordinaire avec addition de combustible. Ces méthodes sont décrites en détail et l'auteur conclut que la première est inapplicable en pratique et que la seconde ne peut être réalisée que dans des conditions exceptionnelles ; la troisième peut se pratiquer régulièrement moyennant une addition de 3 à 5 0/0 de combustible pourvu que ce dernier soit assez dense et le soufflage très actif.

Note sur **l'usine impériale de Wakamatsu au Japon,** par M. Heurteau, Ingénieur des Mines.

Cette usine, destinée à la production du fer, doit comprendre des hauts fourneaux avec tous leurs accessoires, une aciérie Bessemer et une aciérie Martin, et de nombreux trains de laminoirs. Mais elle est encore loin de son développement complet ; elle n'a, en effet, pas produit en 1903 plus de 35 000 t de produits finis. Cette usine s'alimente de combustible à trois mines qu'elle possède à une trentaine de kilomètres de distance ; elle emploie des minerais de diverses provenances, du Japon même, de Corée et de Chine, c'est surtout ce dernier qui domine. Le prix de revient de la tonne de fonte est actuellement de 78 f environ,

on espère plus tard, notamment par l'élimination du minerai chinois qui est coûteux, abaisser ce prix à 60 f.

Ce chiffre sera inférieur d'environ 12 f au prix de la fonte étrangère grevée de 3,60 f par tonne de droits de douane. L'auteur croit cette différence trop faible pour que les produits japonais puissent supporter les énormes charges résultant des dépenses de premier établissement, charges dont il n'est pas tenu compte dans les prix indiqués plus haut. L'usine achevée aura, en effet, coûté près de 75 millions de francs. On prête au gouvernement japonais l'intention de céder ces forges à une société japonaise à capitaux étrangers à un prix d'environ moitié du précédent. Peut-être l'affaire serait-elle possible dans ces conditions.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Aout 1904.

District de Saint-Etienne.

Réunion du 2 juillet 1904.

Communication de M. Jouguet sur **l'analyse d'un essai de machine à vapeur,** au laboratoire de Liége.

Nous ne saurions dans un résumé forcément succinct donner une idée des méthodes d'analyse d'un essai de machine à vapeur employées ici. Nous nous bornerons à renvoyer au compte rendu en indiquant toutefois que l'utilité de ces méthodes est basée sur ce point que le *bilan thermique* d'un essai, d'après la méthode bien connue de Hirn, ne donne que les pertes en bloc produites par les échanges de chaleur, alors qu'il est utile de connaître la part individuelle, dans les pertes de la machine, de chacune des influences qui viennent diminuer le rendement. De plus, le bilan thermique est muet sur les températures auxquelles se font les échanges de chaleur; or, on saitque si une calorie, par exemple, a été prise par la paroi à la vapeur quand celle-ci était à la température de 180 degrés, cette perte no sera pas du tout compensée par la restitution d'une calorie à 100 degrés; il serait donc à souhaiter qu'on put, dans l'évaluation des pertes par échange de chaleur, faire entrer on ligne de compte le niveau thermique aussi bien que la quantité.

District du Centre.

Réunion du 8 mai 1904.

Visite de l'usine des hauts fourneaux et fonderies de Montluçon.

Il y a deux hauts fourneaux dont un seul en feu; il produit 45 t par vingt-quatre heures et est muni d'appareils à chauffer l'air et de laveurs pour les gaz; il est soufflé par des machines soufflantes verticales de Seraing, alimentées de vapeur par trois chaudières de Naeyer et trois

chaudières Buttner. Des détails sont donnés sur la station centrale d'électricité constituée par un groupe électrogène de 300 ch et sur l'atelier d'ajustage, dont la présence se justifie par le développement de la fabrication des pièces mécaniques.

SEPTEMBRE-OCTOBRE 1904.

DISTRICT DE PARIS.

Réunion du 21 avril 1904.

Communication de M. LE VERRIER sur **les progrès des méthodes d'essais mécaniques pour les métaux.**

L'auteur signale notamment ce qui a été fait pour le tarage des machines d'essai et pour l'enregistrement des résultats et donne quelques renseignements sur les méthodes pour assurer la dureté et la fragilité des métaux ; il signale, en terminant, l'intérêt qu'il y aurait à réaliser l'unification et la simplification des cahiers des charges.

Communication de M. MAMY sur **la création en France d'un musée de prévention des accidents** et d'hygiène industrielle.

L'auteur passe rapidement en revue les institutions de ce genre qui existent à Zurich, Vienne, Amsterdam, Munich et Charlottenburg, et indique que l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, d'accord avec le Conservatoire des Arts et Métiers, s'occupe de la réalisation d'un musée semblable dont la portée économique et sociale n'est plus à démontrer.

Visite du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, le 28 avril 1904.

Réunion du 16 juin 1904.

Communication de M. FRANCIS LAUR sur **les Trusts de l'acier.**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 42. — *15 Octobre 1904.*

Les turbines à vapeur, par M. F. Gutermuth.
Nouvelles locomotives pour trains de banlieue, par Metzeltin *(suite)*.
Nouvelles voitures automobiles pour chemins de fer en France et en Angleterre, par A. Heller *(suite)*.
Les écoles techniques moyennes, par A. Lippmann *(fin)*.
Appareil mesureur de vitesse de Frahm, par F. Lux.

Groupe de Breslau. — Nouvel agent thermique pour le chauffage et la vaporisation des liquides.

Groupe de Saxe-Anhalt. — L'industrie chimique du bois.

Association pour l'étude des questions de chemins de fer. — La superstructure des chemins de fer.

Bibliographie. — Manuel de l'acétylène au point de vue scientifique et industriel, par N. Caro, A. Ludwig et Vogel.

Revue. — Inauguration de l'école technique supérieure de Dantzig. — L'ascenseur à bateaux de Péterborough, au Canada.

N° 43. — *22 Octobre 1904.*

Exposition universelle de Saint-Louis. — Le matériel des chemins de fer, par Fr. Gutbrod *(suite).*

Dock flottant de 11 500 t du Vulcain Belge à Hoboken, près Anvers, par W. Kaemmerer.

La question des mesures dans la construction des machines, par G. Schlésinger.

Concours pour le projet d'un pont-route fixe sur le Rhin, entre Ruhrort et Homberg, par K. Bernhard *(suite).*

Machine d'extraction électrique de la Compagnie des Mines de Ligny-les-Aire.

La situation des ouvriers aux États-Unis, par P. Moller.

Groupe de Lansitz. — Emploi des lignides en Allemagne.

Groupe de Poméranie. — Nouvel indicateur.

Bibliographie. — Manuel pour l'extraction et la préparation de la tourbe, par A. Hausding.

Revue. — Expériences sur les machines-outils. — Épreuves de l'Automobile-Club de la Grande-Bretagne et l'Irlande. — Locomotive à machandises 5/6 construite par la Société Alsacienne de Construction Mécanique.

N° 44. — *29 Octobre 1904.*

Le tunnel du Simplon, par P. Moller.

Nouvelles locomotives pour trains de banlieue, par Metzeltin *(suite).*

Nouveau laminoir universel des forges de Burbach, par Fr. Frolich.

Le gaz pour force motrice, par F. Fischer.

Groupe de Manheim. — Magasins à grains et leurs installations mécaniques.

Bibliographie. — Les turbines à vapeur, par H. Wagner. — Les transactions de l'Institution of Naval Architects.

Revue. — Les nouvelles installations de force motrice de la Newcastle Electric Supply Company à Carville. — Expériences de durée sur la lampe Nernst.

N° 45. — *5 Novembre 1904.*

Exposition universelle de Saint-Louis. — La distribution du courant électrique, par A. Feldmann.

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite).*

Questions techniques relatives à la propriété industrielle, par Fr. Ruppert.

Exposition universelle de Saint-Louis. — Le matériel des chemins de fer, par Fr. Gutbrod *(suite)*.

Poinçonneuse et cisaille à pression hydraulique, par A. Heller.

Machine d'épuisement tandem pour les mines d'or de la Guyanne Anglaise, par W. Gentsch.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Emploi de l'air comprimé pour la commande des machines-outils.

Bibliographie. — Annuaire de l'industrie des automobiles et des canots à moteur, par E. Nenenburg.

Revue. — La nouvelle usine d'électricité de la Sheffield Electric Light and Power C°, à Neapsend. — Inauguration d'une nouvelle école de construction de machines, à Cologne. — Transmissions électriques de force à haute tension dans le Nord de l'Italie. — Le chemin de fer d'Orenbourg à Taschkent. — La fréquentation de l'Exposition de Saint-Louis.

N° 46. — *12 Novembre 1904.*

Le chemin de fer de la Jungfrau, par P. Moller.

Emploi de l'électricité pour les transports aériens, par G. Dieterich.

Vapeur à roues pour le chemin de fer d'Anatolie, construit par les chantiers Howaldt, à Kiel, par W. Kaemmerer.

Installation de grues hydrauliques sur le vapeur *Barbarossa* du Lloyd de l'Allemagne du Nord, par W. Gentsch.

Perte de charge par les soupapes des machines soufflantes, par L. Klein.

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Écoles techniques supérieures ou facultés techniques.

Groupe de Hambourg. — Installations mécaniques du nouveau port.

Groupe du Bas-Weser. — Installations frigorifiques à bord des navires.

Bibliographie. — État actuel de la navigation aérienne, par P. Haenlein.

Revue. — Surveillance des installations électriques. — Explosion de chaudières dans l'empire allemand en 1903. — Le chemin de fer Duran-Guayaquil-Quito. — La chaîne Morse. — Expériences comparatives de vaporisation entre une chaudière Babcock et Wilcox et une chaudière Stirling. — La ligne de navigation Hambourgeoise-Américaine. — Expérience sur divers calorifuges. — La télégraphie sans fil.

N° 47. — *19 Novembre 1904.*

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite)*.

Les intallations hydro-électriques du Niagara, par K. Meyer.

Emploi de l'électricité pour les transports aériens, par G. Dieterich *(fin)*.

Nouveaux appareils pour la manutention des matières textiles, ins-

tallés par la fabrique de machines Fr. Geb
Gentsch.

Calcul de la longueur d'un bouton de maniv

Groupe de Berg. — La technique des gaz con
particulièrement de l'air liquide.

Groupe de Carlsruhe. — La question des n
chauffée.

Bibliographie. — Étude théorique et pratique
peur surchauffée, par J. Hrabak.

Revue. — Le chemin de fer du Hedjaz. — B
liquide.

N° 48. — *26 Novembre 19*

Étude sur les gazogènes, par K. Wendt.
L'appontement de Lome (Afrique allemande)
Le Chemin de fer de la Jungfrau, par P. Mol

Groupe de Bavière. — Épuration des eaux usa
— L'ozone et ses applications. — Barrages et
tambours.

Bibliographie. — Roues et turbines à vapeur,

Revue. — Exposition universelle de Saint-Lo
générale de la Société technique de constructio
vembre 1904.

Pour la Chronique

A.

Album du Cours de Stéréotomie (1) professé à l'École Centrale des Arts et Manufactures, par M. Georges Lévi.

M. Georges Lévi, le distingué professeur de l'École Centrale, vient de réunir dans un album de 34 planches à grande échelle les épures diverses de coupe de pierre et de charpente qui font l'objet de son cours.

La première partie, comprenant 13 planches, est relative à la charpente et présente d'abord les assemblages les plus élémentaires, à tenon et mortaise, à onglet, traits de Jupiter, moises, etc.; puis vient l'étude des fermes de diverses formes et coupes droites ou biaises avec les détails de toutes les pièces : arbalétriers divers, empanons droits, déversés, délardés, etc., enfin cette première série est terminée par deux planches consacrées aux escaliers et aux épures de limon.

Quoique ces figures ne soient accompagnées d'aucun texte, elles sont d'une telle clarté, et si heureusement présentées, qu'on peut s'en passer et qu'il suffit de les suivre depuis les données jusqu'aux résultats pour trouver tous les éléments dont on peut avoir besoin dans les différents cas de la pratique.

La deuxième partie, naturellement la plus importante, est consacrée à la stéréotomie proprement dite; elle comporte 21 planches où les exemples sont, comme plus haut, des mieux choisis et des plus soignés comme exécution.

Les deux premières étudient les murs divers : droits, biais, en rampe, en pan coupé, etc., avec les divers raccordements cylindriques ou coniques, qu'ils peuvent présenter.

Les planches 16 à 22 présentent tout ce qui est relatif aux berceaux divers, voûtes d'arête, voûtes en arc de cloître, lunette, niche, voussure de saint Antoine et arrière-voussure de Marseille.

Les biais passés cylindriques ou gauches, les appareils du pont biais, la descente biaise, font l'objet des planches 23 à 27.

Enfin les sept dernières planches étudient les exemples classiques et spéciaux connus sous le nom de voûtes d'arête en tour ronde les trompes diverses, les voûtes sphériques et de révolution; en particulier, les deux dernières sont consacrées à l'étude des escaliers et de la vis saint Gilles.

Il est impossible, croyons-nous, de présenter avec plus de netteté, de clarté et d'élégance, un sujet naturellement aussi aride, et de le rendre plus attrayant pour le lecteur. On comprend aisément que dans ces conditions, M. Georges Lévi ait pu livrer au public ce remarquable travail sans le faire accompagner d'aucun texte.

A. Moreau.

(1) Atlas in-folio de 34 planches 330 × 515. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix, en carton

Leçons sur la Topométrie et la cubature des terrasses (1), par M. Maurice d'Ocagne.

Cet ouvrage, qui comprend en outre des leçons sommaires de nomographie, résume le cours professé par le distingué professeur, M. Maurice d'Ocagne, à l'École des Ponts et Chaussées.

Il se divise en trois parties: 1° topométrie proprement dite; 2° cubature des terrasses; 3° nomographie.

Dans la première partie, l'auteur expose la description de tous les instruments en usage, et leur application à la mesure des angles, des distances, des hauteurs. A signaler l'étude des principaux types de tachéomètres et tachéographes, ainsi que la méthode photographique du colonel Laussedat, si précieuse dans les terrains montagneux, et qui vient d'être l'objet d'une application importante au Mont Blanc et en Amérique.

Cet exposé se termine par un examen complet des différentes courbes de raccordement, avec des tables spéciales pour l'emploi de la clothoïde spirale à points asymptotiques, introduite déjà par Cornu dans la théorie de la diffraction.

Ces tables ont été calculées par M. Douzon, attaché aux Chemins de fer de l'État.

La seconde partie présente les méthodes et instruments employés dans la cubature des terrasses : volumes et surfaces des terrasses, évaluations et éléments des profils en travers, compensation des déblais et remblais, mouvements de terre. Le calcul des profils en travers, en particulier, est étudié au point de vue des procédés mécaniques, géométriques, algébriques et nomographiques. Dans le mouvement des terres, on rencontre un exposé très détaillé de la méthode, généralement employée, de Brückner.

Enfin l'auteur, qui est un fervent propagateur de la nomographie, ne pouvait terminer son ouvrage sans en faire l'application à la topométrie, et cette étude fait l'objet de la troisième et dernière partie.

Ce chapitre, et la manière d'établir les abaques à trois variables, constituent une nouveauté fort intéressante que les lecteurs consulteront avec curiosité, et qui peut être appelée à leur rendre de réels services.

A. Moreau.

IIIe SECTION

Découpage et matriçage, poinçonnage et emboutissage (2), par M. J. Woodworth, traduction de l'anglais avec annexe par M. G. Richard.

Il s'agit, ici, du découpage et poinçonnage, ou, plus exactement, du façonnage à la presse, par poinçons et matrices simples ou composés. Ce

(1) In-8°, 255 × 165 de vi-225 p., avec 146 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix : broché, 7 fr. 50.

(2) In-8°, 255 × 165, de viii-331 pages, avec 685 figures. Paris. Vve Ch. Dunod, 1905. Prix : broché, 15 f.



procédé a atteint, aux Etats-Unis, une rare perfection, et s'y emploie couramment pour l'exécution très rapide et précise, par conséquent très bon marché, de travaux qui, exécutés en totalité ou en partie à la fraise et à l'étau limeur, seraient infiniment plus coûteux et moins bien faits.

La machine à l'aide de laquelle on exécute ces travaux consiste essentiellement en une presse mécanique ou à la main, dont les détails de construction sont parfois très ingénieux, mais dont le succès dépend surtout de son outillage, c'est-à-dire des jeux de matrices et de poinçons qu'elle met en action. Ces jeux varient évidemment à l'infini, et leur construction, en vue de tel ou tel travail et de la presse sur laquelle il faut les monter, constitue une sorte d'art où l'on ne saurait être guidé que par sa propre maîtrise et la connaissance de nombreux exemples.

Le livre de M. Woodworth donne un grand nombre de ces exemples extrêmement variés et des plus suggestifs, auxquels on pourra souvent rattacher les cas dont on s'occupe. Nous pensons qu'il sera, de plus, utile au praticien d'un art qui tend à se répandre chez nous, et que l'on devrait étendre à la fabrication en série d'un grand nombre de petites pièces de machines, depuis l'horlogerie, où il a pris naissance, jusqu'au forgeage à l'étampe proprement dit.

Le graissage et les lubrifiants, théorie et pratique du graissage, nature, propriétés et essais des lubrifiants (1), par MM. Archbutt et Deeley, traduit de l'anglais, avec une annexe, par M. G. Richard.

Cet ouvrage, issu de la collaboration d'un ingénieur et d'un chimiste, est, à notre connaissance, le seul qui donne une étude d'ensemble, à la fois scientifique actuelle et pratique, de l'importante question du graissage. L'établissement d'un bon graissage ne dépend pas seulement des dispositions mécaniques des appareils, mais aussi des propriétés des lubrifiants employés, en fonction desquelles il faut établir non seulement les portées à graisser mais aussi les appareils de graissage eux-mêmes, trop souvent inefficaces faute de certaines connaissances des propriétés chimiques et physiques des lubrifiants qu'ils emploient. Ces propriétés jouent un rôle absolument capital et souvent ignoré. C'est ainsi que, dans le graissage forcé, le plus parfait de tous, et indispensable pour les moteurs à grande vitesse, tout repose sur le maintien, intacte et sans aucune déchirure, d'une mince couche d'huile sans cesse en circulation entre les portées frottantes, dont les métaux ne doivent jamais venir en contact immédiat, et ceci dépend, avant tout, de la tension de surface de lubrifiant.

Le livre de MM. Archbutt et Deeley est précisément caractérisé par l'étude attentive et minutieuse de ces propriétés et de leurs diverses applications au graissage, des moyens de les reconnaître et, par conséquent de définir rigoureusement la valeur lubrifiante des huiles et leur convenance pour tel ou tel emploi; c'est, en un mot, un véritable traité

(1) In-8°, 255 × 165 de xxi-546 pages, avec 236 figures. Paris. Vve Ch. Dunod, 1905. Prix : broché, 20 f.



du graissage et non une simple description d'appareils plus ou moins bien catalogués.

L'annexe renferme, entre autres, le compte rendu des travaux classiques de Petroff et de Lasche : sur le frottement médiat et sur le graissage des coussinets à grande vitesse.

IVe SECTION

Les applications de l'acier au nickel (1),
par M. Ch.-Ed. Guillaume.

M. Guillaume. le savant Directeur du Laboratoire des Poids et Mesure, a, comme on sait, attaché son nom à l'étude et à la découverte des précautions à observer pour obtenir, dans les mesures de toute nature, une précision toujours grandissante, aussi voisine que possible d'une perfection qui fuit toujours devant nous à mesure que nos instruments d'observation deviennent plus délicats.

Dans ces savantes recherches, il s'est trouvé amené à aborder les aciers-nickel parmi lesquels il a rencontré des alliages jouissant de propriétés toutes nouvelles et particulièrement intéressantes au point de vue de la métrologie de précision.

Il en a résumé le résultat dans un ouvrage sur les applications des aciers-nickel que les Ingénieurs liront avec profit, car ils y trouveront un nouvel exemple des services que les recherches de laboratoire, poursuivies dès le début avec la seule préoccupation de la science pure, peuvent cependant présenter plus tard dans la pratique courante.

Dans la première partie de cet ouvrage, il expose d'abord ces propriétés singulières en montrant que, dans des limites de température fort étendues, certains de ces alliages sont à peu près complètement indifférents à l'influence du chauffage et du refroidissement, ils ignorent en effet ces dilatations inévitables, ces variations de volume et d'élasticité qui jusqu'alors nous paraissaient pourtant constituer une propriété inséparable de la matière.

Il examine donc à ce point de vue les divers alliages de nickel, en montrant les variations qu'éprouve le coefficient de dilatation dans le voisinage des températures ordinaires avec la composition de ces alliages. On voit ainsi, pour les alliages à 25 0/0 de nickel, ce coefficient s'abaisser déjà à 18×10^{-6}, c'est-à-dire qu'il représente seulement 18 millièmes de millimètre soit 18 microns, et il s'abaisse ensuite graduellement à mesure que la proportion de nickel s'élève, de façon à passer par un minimum voisin de $1 \times \overline{10}^6$ vers 36 0/0, après quoi il éprouve un relèvement très lent, jusqu'à atteindre $10 \times \overline{10}^6$ à la teneur de 50 0/0, au-dessus de laquelle l'accroissement devient alors beaucoup plus rapide.

En général, pour des coulées tenant les quantités normales de carbone et de manganèse nécessaires pour faciliter le forgeage, on ne de-

(1) In-8°, 225 × 150 de 215 p. avec 59 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix : broché, 3,50 f.

vra pas compter sur des dilatations sensiblement inférieures à 1.2 ou même $1.5 \times \overline{10}^{6}$.

On peut même descendre au-dessous de cette limite et constituer des alliages à dilatation nulle ou négative en employant des composés tenant très peu de manganèse, mais ce n'est pas sans inconvénient au point de vue métallurgique.

On a pu obtenir par exemple quelques centaines de mètres d'un fil dont la dilatation mesurée entre 0 et 38 degrés était donnée par la formule :

$$\alpha = (+ 0{,}028 - 0.00232)\ 10^{-6}.$$

Dans de pareilles conditions, la dilatation mesurée sur une longueur de 1 m à partir de 0 degré est représentée à 20 degrés par — 0.36 μ, à 30 degrés par — 1,26 μ tandis qu'à températures égales, la dilation du platine atteindrait respectivement 177,6 μ, et 266,9 μ.

On voit par là combien cet alliage justifie vraiment ce nom d'*invar* (l'invariable), sous lequel il est couramment désigné aujourd'hui.

Observons à un autre point de vue que ces alliages à dilatation minima présentent certains inconvénients qui ne permettent pas toujours de les employer dans toutes les applications pour lesquelles ils sembleraient si bien désignés. Il arrive en effet qu'ils ne prennent pas immédiatement leur longueur définitive lorsqu'on vient brusquement à changer leur température en lui faisant subir un écart un peu considérable. Ils éprouvent en effet des variations appréciables qui persistent quelquefois fort longtemps avant qu'ils n'atteignent leur dimension définitive. Lorsque l'écart de température est dans le sens ascendant, le mouvement qui se produit dans le premier instant est dans le sens d'un raccourcissement, et inversement, la durée de la variation est toujours plus considérable pour un abaissement que pour une élévation de température, et dans les deux cas elle augmente rapidement avec la température finale.

Certains échantillons présentent encore des variations de longueur sous la seule influence du temps, et comme ces variations dépendent elles-mêmes de la proportion de nickel contenue dans l'alliage, il importait de déterminer la composition de l'alliage le plus stable à ce point de vue, car on comprend que dans certains cas, il conviendra de préférer celui-ci à dilatation maxima.

Ce maximum de stabilité semble être réalisé par un alliage contenant environ 43 0/0 de nickel, et, dans ce cas, la dilatation est donnée pour la teneur 43.6, par la formule

$$\alpha = (7.992 - 0{,}00273)\ \overline{10}^{6}.$$

Après un étuvage complet d'une durée de trois mois, une barre ayant cette teneur a été trouvée plus courte seulement de 0,μ7 qu'au moment des premières mesures.

Les alliages de cette catégorie sont d'ailleurs beaucoup plus stables que la plupart des alliages usuels en laiton, bronze, ou que la plupart des aciers ordinaires au carbone.

Dans un chapitre suivant, l'auteur étudie les anomalies d'élasticité en montrant les relations qui les rattachent aux anomalies de dilatation ;

il rappelle à ce sujet les observations faites simultanément en mai 1897 par M. le Professeur Thury et par M. Paul Perret sur les variations des modules d'élasticité en fonction de la température, et spécialement, sur l'augmentation constatée sur le module de l'alliage à 36 0/0, lesquelles ont amené ces expérimentateurs à soupçonner l'existence d'alliages à variations nulles.

Ces observations amenèrent, d'autre part, l'auteur à penser que les variations d'élasticité étaient rattachées à des variations magnétiques, ce qu'il put vérifier en effet par d'intéressantes expériences dont il donne l'exposé.

Il observe en terminant que, pour incomplètes qu'elles soient encore, elles n'en ont pas moins mis hors de doute l'existence de deux groupes d'alliages dont l'élasticité est constante aux températures ordinaires, et il en conclut qu'il existe, pour chaque alliage, une anomalie élastique limitée à une région déterminée de l'échelle des températures, laquelle s'achève dans un maximum et un minimum du module, en dehors desquels l'alliage reprend des propriétés élastiques normales.

L'auteur passe ensuite à l'examen des applications proprement dites; dans la deuxième partie de l'ouvrage il étudie celles qui concernent la mesure des longueurs, et dans la troisième, celles qui concernent la mesure du temps.

L'emploi du métal invar est immédiatement indiqué en effet pour les mesures géodésiques; mais il ne saurait, évidemment, supprimer les précautions multiples dont s'accompagnent nécessairement ces mesures si délicates, et M. Guillaume montre toutes celles qu'exige la préparation des barres rigides destinées à remplacer les étalons en platine employés jusqu'à présent, il insiste en outre, à juste titre, sur les précautions à observer dans les mesures effectuées sur le terrain.

Il mentionne enfin la curieuse méthode imaginée par M. Jäderin pour la mesure des barres géodésiques, laquelle consiste à employer un fil de 24 m de longueur tendu sous une charge constante de 10 kg pour remplacer les barres rigides de 4 m de longueur qu'on plaçait bout à bout, dont le transport est si difficile et l'installation si délicate.

M. Guillaume étudie les causes d'erreur que comporte cette méthode nouvelle si intéressante, il indique en même temps les conditions dans lesquelles doivent être préparés les fils en métal invar dont elle suppose l'emploi.

Il donne des renseignements sur les résultats si intéressants qu'a obtenus, avec les fils ainsi préparés, la mission suédoise pour la mesure d'une base géodésique dans la région polaire sous la latitude de 80 degrés environ.

Il ajoute que le service géographique de l'armée française a muni également de fils invar les expéditions géodésiques envoyées au Tonkin, dans l'Indo-Chine et à l'Équateur; la marine française en emploie de son côté à Madagascar, les services géographiques de la Roumanie, de la Serbie, du Cap, l'Institut géodésique prussien et la Chambre centrale des Poids et Mesures de Saint-Pétersbourg en sont également munis; ce qui permettra donc de réunir des documents tout à fait intéressants

sur cette application ainsi effectuée dans les conditions de climat les plus diverses.

Pour ce qui concerne les applications chronométriques, M. Guillaume étudie successivement celles qui se rapportent à la construction du balancier des horloges, au balancier des chronomètres, et enfin au ressort spiral.

Le pendule à tige en métal invar présente par rapport au système à mercure l'avantage d'être constitué exclusivement par des pièces solides qui le rendent facilement transportable, ce qui est particulièrement intéressant pour les horloges de précision.

Quant aux horloges d'appartement, elles prennent une régularité de marche tout à fait remarquable, et on peut admettre qu'elles ne présentent plus d'écarts dépassant deux à trois minutes par semaine.

L'application au balancier compensateur des chronomètres soulève des questions de théorie pure qui sont exposées dans l'ouvrage. Sur les indications ainsi fournies par la théorie, on a construit des balanciers qui ont donné en pratique des résultats tout à fait satisfaisants, ce qui permet de dire que de ce chef la chronométrie a réalisé un réel progrès.

Il n'en est pas tout à fait de même pour l'application aux ressorts spiraux des chronomètres ordinaires, car ils ont déjà une marche assez exacte pour les besoins de la pratique, puisque le plus souvent les erreurs sont déjà ramenées à quelques secondes par jour, et l'emploi du métal invar ne présente pas le même intérêt dans ce cas.

M. Guillaume consacre ensuite une quatrième partie de son ouvrage à l'étude d'applications diverses dont les alliages au nickel sont susceptibles. Il signale ainsi, pour les alliages à faible dilatation, les instruments de précision de toute nature, les transmissions indéréglables, les thermomètres bi-métalliques, puis, pour les alliages à dilatation déterminée, les montures de la dilatation égale à celle du verre pour l'encastrement des objectifs, supprimant ainsi toute déformation résultant des différences de dilatation, les montures des niveaux d'eau, les soudures métalliques étanches dans le verre ou le cristal etc., et enfin, pour les alliages à module d'élasticité invariable, les diapasons, les fils de torsion, etc.

En terminant, l'auteur examine les diverses théories présentées jusqu'à présent pour expliquer les anomalies des propriétés des aciers au nickel, notamment celle de M. Dumas que nous avons signalée précédemment en rendant compte de l'ouvrage de notre savant Collègue, et dont il admet du reste les principales conclusions.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce travail si curieux : le résumé précédent montre bien tout l'intérêt qu'il présente, même au point de vue des Ingénieurs, et il apporte en même temps une nouvelle preuve de l'utilité immédiate et pratique que présente aujourd'hui la détermination précise de grandeurs rentrant dans l'ordre du micron ou millième de millimètre.

L. Baclé.

Les aciers spéciaux (1), par M. Léon Guillet.

M. Guillet vient de publier, en les réunissant dans un volume distinct, les résultats des savantes recherches qu'il a effectuées sur les aciers spéciaux tenant du nickel, du manganèse ou du silicium.

Ces travaux ont été publiés en grande partie dans la *Revue de Métallurgie* ou dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*; quelques-uns ont fait l'objet d'un mémoire inséré au *Bulletin*, et auquel la Société a décerné le prix Michel Alcan; mais tous les lecteurs seront heureux de les trouver réunis dans un volume unique où ils seront plus faciles à consulter.

Ainsi que le remarque M. le professeur H. Le Chatelier dans l'intéressante préface qu'il a bien voulu consacrer à cet ouvrage, les recherches de M. Guillet présentent pour les praticiens un intérêt tout particulier, car elles ont essentiellement pour but de préciser les notions originales qui se sont introduites dans la science métallurgique au cours de ces dernières années, et d'en préparer en même temps les applications pratiques.

M. Guillet a tenu en effet à définir méthodiquement les catégories distinctes que comportent les divers types d'aciers spéciaux, il étudie les propriétés physiques et mécaniques de chacune d'elles, et il montre les variations qu'elles subissent avec la composition chimique de l'alliage considéré.

On voit immédiatement toute l'étendue et les difficultés d'une pareille tâche : d'abord, en effet, il faut obtenir pour chaque catégorie considérée une série d'échantillons de composition bien déterminée, aussi uniforme que possible pour tous les éléments qu'elle comporte, sauf pour celui dont on veut étudier l'influence, faire ensuite une étude complète et raisonnée de chacun de ces échantillons en recourant aux divers procédés d'investigation dont nous pouvons disposer actuellement. M. Guillet s'est attaché à déterminer par des essais appropriés, les propriétés mécaniques les plus intéressantes de chacun des aciers étudiés, soit les données caractéristiques de l'essai à la traction comme la limite élastique, l'allongement, la charge de rupture, puis la dureté évaluée au moyen de la méthode Brinell, la fragilité déduite de l'essai au choc effectué sur les éprouvettes entaillées avec le mouton de M. Fremont, il a observé en outre la structure micrographique, et il a pu montrer ainsi qu'elle présentait une corrélation marquée avec la composition chimique comme avec les propriétés mécaniques.

On comprend déjà d'après ce simple énoncé quelle quantité énorme d'expériences M. Guillet a dû effectuer pour mener son travail à bonne fin, et quelle reconnaissance lui doivent les praticiens, ingénieurs, ou métallurgistes, aussi bien que constructeurs, appelés à produire ou à mettre en application ces aciers spéciaux, car il leur fournit des indications particulièrement précieuses et des points de repère qui les guideront dans leurs recherches.

(1) In-4°, 280 × 230 de 100 pages avec nombreuses figures. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix : broché, 10 f.

Ajoutons encore qu'il ne s'est pas tenu exclusivement aux alliages actuellement employés dans l'industrie, mais il a tenu à faire porter ses investigations sur des séries absolument complètes en y poussant à l'extrême la variation de l'élément étudié, lors même que la composition résultante perd tout intérêt pratique.

Il a considéré en effet, avec juste raison, que c'était le meilleur moyen de mettre en évidence la loi qui détermine l'allure générale du phénomène en observant les cas où il s'affirme avec une intensité particulière, de même que, suivant l'expression si frappante de M. H. Le Chatelier, il y a toujours intérêt, lorsqu'on veut tracer une ligne droite sur le papier à se donner deux points aussi éloignés que possible.

Grâce à ses efforts persistants, M. Guillet est arrivé ainsi à des résultats également intéressants au point de vue théorique comme pour la pratique, et il a pu apporter des données nouvelles qui ont enrichi nos connaissances sur les aciers spéciaux.

Nous ne saurions oublier d'autre part de rappeler avec M. H. Le Chalier que de semblables recherches exigent des moyens matériels considérables, car la préparation de nombreux échantillons et l'exécution des essais de toute nature à leur faire subir sont onéreux, et à côté des reremerciements qui sont dus à M. Guillet pour le zèle et le dévouement éclairé qu'il a apportés dans ses études, il convient donc de signaler tout spécialement la libéralité extrême avec laquelle MM. de Dion et Bouton ont mis à sa disposition les moyens de travail indispensables, aussi bien que le coucours si précieux des aciéries d'Unieux et d'Imphy qui ont préparé, avec un soin tout particulier, les échantillons destinés à ces expériences.

L. Baclé.

Législation des Mines en France (nouvelle édition) (1), par Louis Aguillon, Inspecteur général des Mines, Professeur de Législation à l'École des Mines de Paris.

Cet ouvrage comprend deux parties, précédées d'une introduction dans laquelle sont exposées *les Généralités sur la Législation minérale*.

La première partie traite uniquement de *la Législation minérale française*, et la deuxième partie de *la Législation minérale étrangère*.

Nous ne nous occuperons que de la première partie qui, seule, a été modifiée dans la nouvelle édition.

Cette première partie est divisée en vingt et un chapitres, et nous donnons ci-dessous un résumé de la table des matières.

Chapitre Ier. — *Historique et aperçu général sur la Législation minérale française*, comprenant quatre sections :

Section I. — Droit grec et romain.

Section II. — Droit français ancien, se subdivisant en deux paragraphes :

a) Période antérieure à Charles VI ;

(1) In-8°, 250 × 165 de 1 011 p. Paris, Ch. Béranger, 1903. Prix : broché, 25 francs,



b) Période de Charles VI à la loi du 28 juillet 1791. Ce dernier paragraphe comporte trois divisions :

1° Période de Charles VI à Henri II; 2° Période de 1548 à 1597; 3° Période de 1597 à 1791.

Section III. — Droit intermédiaire.

Section IV. — Droit moderne.

CHAPITRE II. — *Classification légale des substances minérales.*

CHAPITRE III. — *Des recherches de mines*, se subdivisant en deux sections :

Section I. — Du droit de fouille; elle se subdivise en cinq paragraphes :

1° Fouilles faites par le propriétaire du sol;
2° Fouilles autorisées par le Gouvernement;
3° Fouilles faites : *a)* dans les terrains communaux; *b)* dans les terrains domaniaux;
4° Recherches illicites;
5° Recherches en terrains concédés.

Section II. — Disposition des produits de recherches.

CHAPITRE IV. — *De l'Institution des concessions de mines*, comprenant quatre sections :

Section I. — Procédure de l'institution; elle se divise en deux paragraphes :

1° Formalités de l'instruction;
2° Questions diverses soulevées par l'instruction des demandes en concession.

Section II. — Recours et interprétation des actes de concession.

Section III. — Indemnités d'inventeurs et d'explorateurs évincés; elle se divise en deux paragraphes :

1° Indemnité d'invention;
2° Indemnités d'explorateurs évincés.

Section IV. — Bornage des concessions.

CHAPITRE V. — *De la Propriété des mines*, se divisant en quatre paragraphes :

1° Caractères généraux de la propriété des mines;
2° Définition de la propriété des mines;
3° Des contrats sur les mines et des modifications des concessions, qui se subdivise en contrats de droit civil et en modifications des concessions;
4° Du caractère civil de l'exploitation des mines et des sociétés de mines, se subdivisant en : *a)* caractère de l'exploitation des mines; *b)* Sociétés de mines.

CHAPITRE VI. — *Des redevances tréfoncières*, comprenant deux sections :

Section I. — Fixation des redevances tréfoncières.

Section II. — Du caractère des redevances tréfoncières.

Chapitre VII. — *Relations entre les exploitants et les propriétaires de la surface*, se subdivisant en cinq sections :

Section I. — Servitude de l'article 11 de la loi de 1810.

Section II. — De la caution de l'article 15 de la loi de 1810.

Section III. — Occupation des terrains de surface par le concessionnaire, se divisant en deux paragraphes :

a) Occupation par arrêté préfectoral à l'intérieur du périmètre, se subdivisant en : 1° objets pour lesquels une occupation peut avoir lieu ; 2° procédure de l'occupation ; 3° règlement de l'indemnité ;

b) Occupations faites et travaux autorisés par décret déclaratif d'utilité publique.

Section IV. — Des dommages causés à la surface par l'exploitation des mines, se divisant en :

1° Propriétés privées de la surface ;

2° Dépendances du domaine public.

Section V. — Dommages causés à la mine par le propriétaire de la surface.

Chapitre VIII. — *Relations entre exploitants de mines voisines ou superposées*, se divisant en quatre chapitres :

1° Application de l'article 45 de la loi de 1810 ;

2° Dommages autres que ceux résultant de l'écoulement des eaux ;

3° Prescriptions spéciales des cahiers des charges sur les relations entre exploitants de mines voisines ;

4° Loi du 27 avril 1838.

Chapitre IX. — *Redevances et impôts des mines*, se divisant en deux sections :

Section I. — Des redevances, comprenant deux paragraphes :

a) Redevance fixe ;

b) Redevance proportionnelle, se subdivisant en deux parties, savoir :

D'abord l'historique depuis 1810 ; ensuite les règles pour l'évaluation de la redevance proportionnelle, qui se subdivisent en : 1° calcul du produit brut ; 2° évaluation des dépenses ; 3° procédure du travail annuel des redevances ; 4° recouvrement des redevances ; 5° des réclamations contre les redevances ; 6° abonnements à la redevance proportionnelle.

Section II. — Impôts divers payés par les exploitants des mines.

Chapitre X. — *Surveillance de l'exploitation des mines par l'Administration*, se divisant en deux sections :

Section I. — Généralités sur la police administrative des mines.

Section II. — Des mesures de police à l'encontre de l'exploitant, se divisant en cinq chapitres :

1° Obligations générales de police ;

2° Protection de la surface, comprenant : d'abord les habitations et édifices ; ensuite les voies de communications ; enfin les sources et cours d'eau ;

3° Des indemnités auxquelles peut donner lieu l'application des mesures de police prises en vue de la protection de la surface, se subdivisant : *a)* le droit à indemnité en faveur du concessionnaire de mine ; *b)* la répartition par le concessionnaire de mine des dommages occasionnés aux entreprises publiques ;

4° Protection du personnel occupé dans les travaux de mines, se subdivisant en mesures préventives ; et en procédure en cas d'accidents ;

5° Visites administratives des mines.

CHAPITRE X *bis*. — *Des délégués à la sécurité des ouvriers mineurs*, comprenant trois sections :

Section I. — Historique et préparation de la législation française :

1° Loi du 8 juillet ;

2° Lois complémentaires.

Section II. — Commentaire de la législation française, se subdivisant en cinq parties :

1° Fonctionnement des délégués ;
2° Élections ;
3° Indemnités des délégués ;
4° Discipline des délégués ;
5° Pénalités.

Section III. — Législation comparée.

CHAPITRE XI. — *Des anciennes concessions.*

CHAPITRE XII. — *Mines de sel.*

CHAPITRE XIII. — *Mines et minières de fer*, comprenant trois sections :

Section I. — Distinction entre les minerais de fer concessibles et non concessibles.

Section II. — Des mines de fer.

Section III. — Des minières de fer.

CHAPITRE XIV. — *Exploitation des terres pyriteuses et alumineuses.*

CHAPITRE XV. — *Usines minéralurgiques.*

CHAPITRE XVI. — *Les Tourbières*, comprenant deux sections :

Section I. — Règles de police sur l'exploitation des tourbières.

Section II. — De la propriété des tourbières.

CHAPITRE XVII. — *Les Carrières*, comprenant deux sections :

Section I. — Police de l'exploitation, divisé en quatre paragraphes :

1° Généralités ;
2° Carrières à ciel ouvert ;
3° Carrières souterraines ;
4° Carrières abandonnées.

Section II. — De la propriété des carrières.

CHAPITRE XVIII. — *Juridiction, pénalités,* comprenant cinq sections :

Section I. — Mines, divisé en trois paragraphes :

1° De la compétence ;

2° De la procédure, subdivisé en procédure devant la juridiction civile et en procédure devant la juridiction administrative ;

3° Pénalités, subdivisé en pénalités pour contraventions aux lois et règlements, et en pénalités pour accidents.

Section II. — Minières.

Section III. — Carrières.

Section IV. — Tourbières.

Section V. — Des contraventions de voirie, se subdivisant ainsi :

1° Distances à conserver entre les voies publiques et les exploitations;

2° Contraventions ayant porté atteinte à la conservation des voies publiques.

Chapitre XIX. — *Du personnel occupé dans les exploitations minérales*, comprenant quatre sections :

Section I. — Généralités.

Section II. — Travail des femmes et des enfants.

Section III. — Règles diverses sur l'emploi des ouvriers.

Section IV. — Mesures de prévoyance pour les ouvriers, se divisant en quatre paragraphes :

1° Des risques dont l'ouvrier est menacé et des moyens d'y remédier;

2° Institutions de prévoyance, se subdivisant en : *a)* institutions publiques ; *b)* institutions privées ;

3° Des mesures et institutions de prévoyance pour les ouvriers des mines;

4° Loi du 29 juillet 1894, se subdivisant en : *a)* personnel auquel s'applique la loi; *b)* pensions de retraite; *c)* sociétés de secours; *d)* transformation des anciennes institutions.

Chapitre XX. — *Personnel de l'administration des mines*, comprenant quatre paragraphes :

1° Historique;
2° De l'administration actuelle des mines ;
3° Des cadres du corps des mines ;
4° Des contrôleurs des mines.

Chapitre XXI. — *Législation coloniale*, comprenant trois sections :

Section I. — Algérie.

Section II. — Colonies et protectorats autres que la Tunisie :

1° Guyane;

2° Nouvelle-Calédonie, se subdivisant en : *a)* régime de l'arrêté de 1873; *b)* régime des décrets de 1883 et 1896;

3° Établissements français de l'Inde;

4° Afrique continentale (hors l'Algérie et la Tunisie);

5° Madagascar ;

6° Annam et Tonkin.

Section III. — Tunisie.

Nous ne croyons pas nécessaire d'insister sur l'intérêt considérable que présente cet ouvrage si complet et si documenté, étant données la compétence et l'autorité de son auteur.

P. P.

VI[e] SECTION

Les accumulateurs électriques, par L. JUMAU (1).

Malgré la place très importante prise par les accumulateurs électriques dans le domaine industriel, la théorie de ces appareils est encore mal établie, par suite de la complexité des phénomènes dont ils sont le siège.

Une des principales causes d'incertitude provient des difficultés de l'analyse chimique : les transformations auxquelles sont soumises les électrodes des éléments réversibles étant toujours incomplètes et mal localisées.

Il s'ensuit que les avis sont très partagés, et que, jusqu'ici, aucune des différentes théories en présence n'a pu s'imposer d'une façon absolue.

Les ouvrages capables d'apporter quelques éclaircissements à ces questions si intéressantes doivent donc être les bien venus : le livre de M. Jumau est un de ceux-là.

Après un chapitre préliminaire sur l'électrolyse, l'auteur fait successivement l'exposé des principales théories chimiques de l'accumulateur au plomb, plaçant sous les yeux du lecteur les résultats d'expériences les plus intéressants.

Les chapitres IV et V sont consacrés à l'étude thermodynamique de l'accumulateur, et à la théorie des ions.

L'auteur applique ensuite ces dernières théories aux hypothèses émises jusqu'à ce jour, en particulier à la double sulfatation, qu'elles tendent à confirmer.

Les chapitres suivants ont trait à la force électromotrice, à la capacité, à la durée, au rendement et à la formation des accumulateurs. A ce sujet, M. Jumau donne les résultats d'un assez grand nombre d'expériences effectuées, sous sa direction, sur des plaques de différents modèles.

La première partie de l'ouvrage se termine par une étude des accumulateurs autres que le couple réversible peroxyde de plomb, acide sulfurique, plomb.

L'auteur entreprend, dans la deuxième partie, la description des accumulateurs, et, après un exposé des procédés généraux de fabrication, donne la monographie des principaux types connus.

Leur nombre est considérable, et montre que, si la perfection n'est pas encore atteinte, ce ne sont pas les tentatives qui manquent.

La troisième partie, consacrée aux applications des accumulateurs, contient d'utiles renseignements sur le calcul, le montage et l'entretien des batteries.

(1) Un volume in-8° de 926 p., avec 594 fig. V[ve] Ch. Dunod, éditeur, Paris. Prix, broché : 27,50 f.

L'ouvrage, très complet, de M. Jumau, rendra service à ceux qui s'intéressent aux accumulateurs, et, par les nombreux documents qu'il renferme, leur évitera certainement de laborieuses recherches.

La meilleure manière d'exposer une question aussi controversée est de mettre le lecteur à même de se faire une opinion personnelle, tout en guidant son jugement.

C'est ce que l'auteur pouvait faire, grâce à son expérience, et c'est ce qu'il a fait.

A. Liouville.

Traité pratique du transport de l'énergie par l'électricité, par Louis Bell, membre de l'Institut américain des Ingénieurs-Electriciens, traduit sur la troisième édition américaine, revue et augmentée, par Armand Lehmann, Ingénieur des Arts et Manufactures (1).

Le transport électrique de l'énergie ayant trouvé des applications dans toutes les industries, on peut dire qu'il n'est presque plus un chef d'établissement qui ne soit tenu de connaître au moins les grandes lignes de ce sujet. Ce qu'il lui faut n'est pas un exposé des théories du transport, mais seulement des notions assez complètes sur les procédés de génération et de transmission pour lui permettre de guider son choix et de raisonner ses conditions particulières. Quelques calculs économiques et des exemples d'installations compléteront utilement ces informations. C'est exactement sur ce programme que le Dr Louis Bell a écrit son ouvrage, dont M. Armand Lehmann a fait une traduction sur la troisième édition.

Les conditions générales d'un transport, par courants continus et alternatifs, les propriétés des types multiples de moteurs électriques, les machines à vapeur et turbines, l'organisation générale d'une usine, la construction des lignes, la distribution et la mesure de l'énergie font l'objet de chapitres très documentés. Un chapitre spécial, peut-être un peu court, est consacré au problème commercial.

L'ouvrage remplit bien son programme. Est-ce à dire qu'il soit sans défaut? On peut lui reprocher, à part quelques points très spéciaux, une ignorance, qui semble systématique, du matériel, des installations et des travaux européens. Il est vrai que l'auteur s'adressait de préférence à ses compatriotes, et que ce défaut ne devient apparent qu'à la traduction.

Il est profondément regrettable de voir l'auteur appuyer de son autorité incontestable une erreur trop courante qui tend à se perpétuer. C'est celle qui consiste à attribuer aux courants triphasés un avantage économique au point de vue de la ligne de transport. On dit partout, et l'auteur répète, que l'économie est d'un tiers sur le cuivre nécessaire au même transport fait en courant continu ou alternatif simple par exemple. Or, il n'en est rien; le poids est rigoureusement égal dans tous les cas,

(1) In-8°, 255 × 165 de xxii-714 p. avec 288 fig. et xxi pl. Paris, Vve Ch. Dunod, 1905. Prix, broché : 25 f.



du moment qu'on considère des tensions étoilées égales. La tension étoilée est la seule qui ait une importance puisque c'est elle et elle seule qui est appliquée sur les isolants; la tension composée n'a véritablement aucune importance pratique.

Le traducteur lui-même n'est pas à l'abri de tout reproche. Pourquoi franciser le mot « torque » alors que le mot « couple » en est la traduction rigoureusement exacte et bien française ? Et pourquoi traduire « controller » par « contrôleur », terme bien français celui-là, mais dont la signification est tout à fait différente ?

Ces légères imperfections n'empêchent pas l'ouvrage de combler une lacune dans la littérature industrielle, et de réunir une quantité de renseignements de grande valeur qui suffiront à assurer son succès.

R.-V. Picou.

Le Secrétaire Administratif, Gérant,

A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 20236-11-04. — (Encre Lorilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

DÉCEMBRE 1904

N° 12.

OUVRAGES REÇUS

Pendant le mois de décembre 1904, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Chemins de fer et Tramways.

Report of the Board of Rapid Transit Railroad Commissioners for andin City and New-York for the year ending December 31, 1903. Accompanied by Reports of the Chief Engineer and of the Auditor (in-8°, 260 × 175, de 292 p. avec 35 illustrations et 17 pl.). New-York, 1904. 43604

Chimie.

Adrian. — *Discours prononcé*, par M. Adrian, *à la distribution des récompenses et diplômes faite le 15 juillet 1904*, sous la présidence de M. le doyen de la Faculté des sciences à Messieurs les Élèves de l'Institut de chimie appliquée (in-8°, 240 × 155 de 7 p.). Paris, Wattier frères, 1904 (Don de l'auteur). 43589

Construction des Machines.

Annual Report of the Chief of the Bureau of Steam Engineering, 1904 (in-8°, 230 × 145 de 101 p.). Washington, Government Printing Office, 1904. 43614

Mathot (R.-E.) et **Witz** (A.). — *Manuel pratique des moteurs à gaz et gazogènes*, par R.-E. Mathot. Guide de l'Industriel, de l'Ingénieur et du Constructeur pour le choix, l'installation, la conduite et l'entretien des moteurs et gazogènes. Préface de Aimé Witz (in-8°, 250 × 160 de vii-247 p. avec 154 fig.). Paris, Ch. Béranger, 1904 (Don de l'auteur, M. de la S.). 43611

Éclairage.

Répertoire de l'Éclairage. Guide-Annuaire général des industries Gaz-Électricité, fondé en 1895, publié par le Journal de l'Éclairage au gaz. *Édition 1904-1905* (in-18, 185 × 125 de 380 p.). Paris, Jeanmaire (Don du Journal de l'Éclairage au gaz). 43591

Économie politique et sociale.

Blondelu (Mlle). — *Le repos hebdomadaire*. Rapport de Mlle Blondelu au nom de la Commission permanente. Procès-verbaux des séances de la Commission Documents (République française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Conseil supérieur du travail. Session de 1904) (in-4°, 270 × 210 de 75 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904 (Don du Ministère du Commerce). 43586

Mamy (H.). — *Rapport sur le concours d'enveloppes protectrices contre la projection des éclats au cas de rupture de meules*, présenté au Conseil de Direction au nom de la Commission d'examen par M. H. Mamy (Association des Industriels de France contre les accidents du travail. Circulaire n° 30. Paris. Novembre 1904) (in-8°, 240 × 160 de 27 p. avec 29 fig.). Paris, Chaix, 1904 (Don de l'auteur, M. de la S.). 43588

Manoury. — *Le délai-congé*. Rapport de M. Manoury au nom de la Commission permanente. Procès-verbaux et documents (République française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Conseil supérieur du travail. Session de 1904) (in-4°, 270 × 210 de 52 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1904 (Don du Ministère du Commerce). 43587

Électricité.

Rodet (J.). — *Résistance, inductance et capacité*, par J. Rodet (in-8°, 230 × 140 de x-257 p. avec 76 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1905 (Don de l'éditeur). 43585

Transactions of the American Institute of Electrical Engineers. January to June 1903. Vol. XXI (in-8°, 245 × 155 de VIII-610 p.). New-York City. Published by the American Institute of Electrical Engineers, 1904. 43590

Enseignement.

École spéciale d'architecture. Année 1904-1905. Séance d'ouverture du 20 octobre 1904. Présidence de M. Aynard (in-8°, 225 × 145 de 30 p.). Paris, Delalain frères. 43607

Législation.

XXXV. Adressverzeichniss der Mitglieder der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidg. polytechnischen Schule in Zürich. Herausgegeben im Auftrage des Vorstandes in Juli 1904, und Anhang zum XXXV. Adressverzeichniss. Juli 1904 (2 brochures in-8°, 225×150 de 50 p. et de 46 p.). Zürich, Juehli und Beck, 1904. 43595 et 43596

Métallurgie et Mines.

Recueils statistiques sur les métaux suivants : plomb, cuivre, zinc, étain, argent, nickel, aluminium et mercure, établis par la Metallgesellschaft et la Metallurgische Gesellschaft A.-G. *11e année 1894-1903* (in-4°, 270 × 205 de 67 p.). Francfort-sur-Mein, novembre 1904. 43619

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics, des Sciences et des Arts appliqués à l'industrie. Troisième série 1888-1902. Table des matières (in-8°, 230 × 150 de 92 p.). Liège, Paris, 1903. 43618

Navigation aérienne, intérieure et maritime.

Chapter 147. Laws of 1903 known as the Barge Canal Improvement (in-8°, 180 × 120 de 18 p.) (Don de l'Office of the State Engineer and Surveyor). 43601

State of New-York Improvement of the Erie, Oswego and Champlain Canals. Chap. 147, Laws of 1903. Section I. Contract n° 2. Erie Canal. Specifications (in-4°, 235 × 215 de 50 p.) (Don de l'Office of the State Engineer and Surveyor). 43602

Routes.

VALLOT (H.). — *Instructions pratiques pour l'exécution des triangulations complémentaires en haute montagne*, par Henri Vallot (in-8°, 225 × 145 de 132 p. avec atlas 310 × 210 de XXIV pl.). Paris, G. Steinheil, 1904. (Don de l'auteur, M. de la S.). 43608 et 43609

Sciences mathématiques.

Bulletin du Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire National des Arts et-Métiers. N° 2. Tome I, 1903-1904 (Bulletin n° 2, 1904-1905, juillet 1904). N° 3. Tome I, 1903-1904 (Bulletin n° 3, 1904-1905, mai 1904). N° 4. Tome I, 1903-1904 (Bulletin n° 4, 1904-1905. octobre 1904). N° 5. Tome I, 1903-1904 (Bulletin n° 5, 1904-1905, octobre 1904) (4 brochures in-8° de 43 p. avec 4 pl., 30 p., 129 p. avec 22 pl. et 9 p.) Paris, Ch. Béranger, 1904. 43597 à 43600

VAUTHIER (A.). — *Charpente, ponts, réservoir, pylone, fondations, cheminée, poteaux de toiture, châssis à molettes*, par André Vauthier. *Deuxième édition* (in-8°, 250 × 165 de 149 p. avec pl.). Liège, E. Claubert, 1904 (Don de l'auteur, M. de la S.) 43605

Sciences morales. — Divers.

Inauguration du buste de M. George Montefiore à l'Institut Électrotechnique de Liège (Association des Ingénieurs Électriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore) (in-8° 250 × 155 de 46 p. avec photographies). Liège, Imprimerie de la Meuse. 43613

Technologie générale.

A Catalogue of Periodical Publications in the Library of the American Institute of Electrical Engineers (in-8°, 230 × 150 de 26 p.). New-York, Library of American Institute of Electrical Engineers. 1904. 43615

A Catalogue of Periodical Publications in the Library of the American Institute of Mining Engineers (in-8°, 230 × 150 de 47 p.). New-York, 1904. 43616

Rapports du Jury international. Groupe XI. Mines et métallurgie. Troisième partie. Classe 63. Tome III (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900, à Paris) (in-8°, 295 × 195 de 484 p. avec 312 fig.). Paris, Imprimerie nationale, 1904 (Don de M. le Commissaire général de l'Exposition universelle de 1900). 43606

WADDELL (J.-A.-L.) *The Relations of Civil Engineering to other Branches of Science. An Address to the International Congress of Arts and Science at the Universal Exposition St. Louis. Mo. September, 21. 1904*, by J.-A.-L. Waddell (in-8°, 235 × 150 de 19 p.). Kansas City, Joseph Havens Company (Don de l'auteur, M. de la S.). 43592

Zweiundvierzigstes Bulletin der Gesellschaft ehemaliger Studierender des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich, und Beilage zum 42. Bulletin (2 brochures in-8°, 225 × 150 de 71 p. et de 39 p.). Dezember 1904. 43593 et 43594

Travaux publics.

Annuaire des Conducteurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Contrôleurs des Mines. Personnel des Travaux publics, 1905. Cinquante-neuvième édition (Annales des Conducteurs et Commis des Ponts Chaussées. 59e année, n° 22, novembre 1904) (in-8°, 215 × 140 de 320 p.). Paris, Paul Dupont. 43617

Regnard (C.-H.). — *Les filtres à sable et à coagulant de la Compagnie générale des Eaux à Choisy-le-Roi et à Neuilly-sur-Marne*, par C.-H. Regnard (Extrait de la Revue d'Hygiène, octobre 1904) (in-8°, 210 × 135 de 24 p.). Paris, Masson et Cie, 1904 (Don de l'auteur, M. de la S.). 43612

Specifications for Steel Highway and Electric Railway Bridge superstructure and approaches (in-4°, 235 × 215 de 53 p.) (Don de l'Office of the State Engineer and Surveyor). 43663

Voies et Moyens de communication et de transport.

Mortimer-Mégret (Comte). — *La voiture automobile d'occasion*, par le comte Mortimer-Mégret. Cet ouvrage donne les moyens de reconnaître la date de création, la série, la force exacte et l'état d'une automobile d'occasion, quelques modifications qu'elle ait pu subir, et à quelque type de grande marque qu'elle appartienne (in-16, 160 × 160 de 276 p.). En vente chez l'auteur, comte Mortimer-Mégret, château d'Épluches, par Pontoise Seine-et-Oise). Paris, Julien Frazier, 1904 (Don de l'auteur) 43610

MEMBRES NOUVELLEMENT ADMIS

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de décembre 1904, sont :

Comme Membres Sociétaires Titulaires, MM. :

H.-A. de la Valette,	présenté par MM.	Hillairet, Pontzen, de Fréminville.
J. H.-R. Whinfield,	—	Canet, Reincke, Chapman.
A.-E.-F. Widmer,	—	Couriot, Pontzen, Whaley.
H.-J. Widmer,	—	Feray, Lalance, Le Blanc.

Comme Membre Sociétaire Assistant, M. :

G.-E.-A. Widmer, présenté par MM. Couriot, Bodin, Ch. Bourdon.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE DÉCEMBRE 1904

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 2 DÉCEMBRE 1904

Présidence de M. H. Couriot, Président.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

M. le Président a le regret de faire connaître le décès de :

MM. F.-A. Blanche, ancien élève de l'École Centrale (1859), Membre de la Société depuis 1898, Inspecteur principal des eaux de Versailles;

G. Bouscaren, ancien élève de l'École Centrale (1862), Membre de la Société depuis 1880, Ingénieur-Conseil;

P. Laligant, ancien élève de l'École Centrale (1847), Membre fondateur de la Société (1848), fabricant de papiers.

M. le Président adresse aux familles de ces Collègues l'expression des sentiments de profonde sympathie de la Société.

M. le Président a le plaisir d'annoncer les décorations suivantes :

Ont été nommés : Officiers d'Académie : MM. L.-A. Belmère et J. Jardel.

M. le Président adresse à ces Collègues les félicitations de la Société.

M. le Président dépose sur le bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance. Cette liste sera insérée dans un des plus prochains Bulletins.

M. le Président annonce que notre Collègue, M. E. Rousselot, a remis, à la date du 21 novembre dernier, un pli cacheté, qui a été, suivant les traditions, déposé dans les archives.

M. le Président rappelle que l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail a obtenu du Ministère la création d'un Musée de prévention des accidents du travail et d'hygiène industrielle, musée qui vient d'être installé dans la galerie Vaucanson, au Conservatoire des Arts et Métiers. Un décret, du 24 septembre 1904, a nommé la Commission technique de gérance de ce Musée, parmi les Membres de laquelle la Société compte les Collègues suivants, auxquels M. le Président adresse les félicitations de la Société : MM. Liébaut, Président; P. Buquet, Jolibois, Marsaux, G. Dumont, H. Mamy, S. Périssé, Compère, E. Sartiaux, Gruner.

M. Ch. Compère a été nommé Secrétaire du Groupe IV (Mécanique générale) à l'Exposition de Liège.

Visite au Salon de l'Automobile. — Une *Visite au Salon de l'Automobile aura lieu le vendredi 16 décembre.*

M. G. Forestier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, a bien voulu accepter de diriger cette visite, au cours de laquelle il fera un exposé.

Rendez-vous, vendredi 16 décembre à 9 heures trois quarts très précis du matin, à la Grande Porte d'entrée du Grand Palais.

M. L. Coiseau a la parole pour sa communication sur *les Ports et le Canal Maritime de Bruges.*

Cette communication se divise en trois parties : Historique; Description du projet; Exécution des travaux.

Historique.

M. L. Coiseau rappelle que la Ville de Bruges fut, pendant le moyen âge, l'une des plus grandes et des plus riches cités de l'Europe.

Au commencement du xive siècle, elle comptait 150 000 habitants dont 50 000 ouvriers au moins. Son port, mis en communication avec la mer par un bras large et profond (le Zwyn), était l'un des plus vastes de cette époque, car, dès 1213, Philippe-Auguste put s'y réfugier avec sa flotte, forte de 1 700 voiles, dit-on.

Cette situation florissante commença à décliner du jour où, par suite de l'endiguement des polders avoisinant la Ville, l'ensablement du Zwyn vint à se produire.

Pendant près de deux siècles les Brugeois essayèrent à plusieurs reprises de lutter contre cet envahissement des sables et ses conséquences, désastreuses pour leur commerce maritime, tant par des travaux d'approfondissement du bras de mer devenu une sorte de canal que par la création d'un canal de Bruges à Ostende..

Ces travaux n'eurent pas le succès qu'on pouvait en attendre, et, en 1648, le traité de Munster vint porter le dernier coup à la richesse de Bruges en ordonnant la fermeture de tous les ports du Nord.

La question fut reprise dans le commencement du siècle dernier et, de 1810 à 1880, divers projets furent présentés; aucun d'eux n'aboutit.

La question d'un port d'escale fut nettement posée par un premier

rapport de M. Bernaert, Ministre de Belgique, en 1885, puis en 1890, par un exposé de la question fait par M. de Smet de Naeyer.

En 1891, une Commission mixte fut nommée par le Gouvernement Belge, avec mission d'élaborer un programme de concours pour l'établissement d'un port de mer à Bruges en la reliant à la mer par un canal aboutissant à Heyst. Ce concours fut clos le 28 mars 1892, date à laquelle deux concurrents seulement présentèrent des projets et soumissions.

La Commission adopta les dispositions présentées par MM. L. Coiseau et Jean Cousin et, le premier juin 1894, ces derniers signèrent avec le Gouvernement et la Ville de Bruges une convention pour l'exécution à forfait des grands travaux prévus, pour la somme de 39 969 075 f. Cette convention et les fonds nécessaires ne furent toutefois votés définitivement qu'en 1895. Aussitôt fut constituée la Compagnie des Installations maritimes de Bruges, qui est concessionnaire des Ports et du Canal Maritime.

Description du projet.

Par suite de modifications et d'aménagements successifs, le total des travaux a été porté à la somme de 55 300 179,50 f.

Ils prévoient :

1° Un port à Bruges même;

2° Un canal maritime reliant le canal de Bruges au port de Zeebrugge;

3° Un port à Zeebrugge, comprenant lui-même :

a) Un port extérieur constitué par une grande jetée abritant la rade ainsi formée, des quais et des installations extérieures;

b) Une grande écluse de 280 m de longueur;

c) Un port intérieur de 660 m de long, plus, sur les rives Est et Ouest, une série de travaux, tels que bassins d'échouage pour les pêcheurs, bassins de virage des navires et de quarantaine, voies de chemins de fer, gare maritime, etc.

M. Coiseau étudie successivement chacune des parties qui viennent d'être indiquées. Il donne des détails sur les dispositions, les dimensions et les conditions que doivent remplir ces différentes installations.

On adopta pour le port extérieur les dispositions suivantes. Une grande jetée courbe de 2 487 m, abritant un mur de quai de 1 571 m de développement et un terre-plein de 74 m de largeur, sur lequel seront construits les hangars et les voies d'exploitation.

Par suite de la forme de cette jetée courbe, la rade est garantie de tous les vents, sauf ceux de la partie Est, qui sont relativement peu dangereux, la côte de Hollande étant très près et d'autre part un banc, dit banc de Paardemarkt, situé à l'Est-Nord-Est, brise les lames qui peuvent venir de cette direction.

La jetée est construite suivant quatre types.

La première partie, sur l'estran, est pleine, fondée sur un massif de béton de 10 m de largeur et de 1 m d'épaisseur, limité par une file de pieux et de palplanches. Le mur est surmonté par la plate-forme des voies, située à la cote + 7,30.

Vient ensuite une jetée à claire-voie, dont la longueur, après diverses expériences et à la suite de graves avaries survenues lors d'une tempête en janvier 1901, a été fixée à 300 m.

Cette jetée à claire-voie a pour but de faciliter aux courants de flot et de jusant le passage à travers la rade et d'éviter ainsi l'ensablement de cette dernière.

Elle est surmontée d'un paravent placé sur le côté Ouest, allant jusqu'à la cote + 11,80 m, protégeant les trains et le personnel contre les vents et les embruns. Un enrochement répandu au pied de cette claire-voie protège également les piliers qui la forment contre les affouillements des courants dont la vitesse atteint, à certaines époques de l'année, jusqu'à 2 m par seconde.

A la suite de la claire-voie vient la jetée principale qui est pleine, à parement droit et composée de gros éléments. Elle a un développement total de 1 955 m et est construite suivant deux profils. Le premier est appliqué sur une longueur de 1 715 m et le second sur une longueur de 240 m. La première partie est composée, à la base, de blocs en béton de ciment Portland, ayant 25 m de longueur, 7,50 m de largeur, 7 à 9 m de hauteur et pesant de 3 000 à 4 000 t. Elle repose sur des enrochements placés eux-mêmes sur des fascines, de telle sorte que le sol sur lequel sont déposés ces blocs soit à peu près régulier. Au-dessus de cette fondation sont placés des blocs de 55 t surmontés eux-mêmes d'un mur d'abri de 3 m d'épaisseur couronné par un parapet ayant 1,20 m de hauteur et 1,20 m d'épaisseur. La crête de ce parapet se trouve à la cote + 13, c'est-à-dire à 8,80 m au-dessus des hautes mers de vive-eau.

Les 240 m suivants sont composés, à la base, de blocs de béton ayant 25 m de longueur, 9 m d'épaisseur et 9 m de hauteur, pesant environ 4 500 t. Ils sont, comme les blocs de la première partie, surmontés de blocs de 55 t, sur lesquels s'élève également un mur d'abri de 4,50 m d'épaisseur et 4,80 m de hauteur.

Dans ce mur est ménagée une galerie de circulation permettant d'aller, à l'abri des embruns, du terre-plein jusqu'au musoir.

Ce mur d'abri est lui-même couronné d'un parapet de 1,20 m de hauteur et de 1,20 m d'épaisseur.

Le musoir de la jetée a pour base un bloc de béton de 16 m de diamètre et 9 m de hauteur, surmonté d'un massif circulaire de 13,50 m s'élevant à la cote + 7,30 m.

Au-dessus, le mur d'abri et le parapet font suite à ceux de la jetée en laissant une chambre recouverte d'une voûte en béton, sur laquelle s'élève le phare indiquant l'entrée du port.

Le mur de quai atteint aujourd'hui un développement total de 1 121,40 m. Il est tracé parallèlement et à 74 m de distance de la crête de la jetée.

Comme pour la jetée, les fondations sont formées de gros blocs pesant jusqu'à 9 000 t et surmontés eux-mêmes de blocs de béton de 55 t.

L'intervalle compris entre ces deux murs est comblé par des remblais sur lesquels sont établis les voies de chemins de fer et les hangars nécessaires à l'exploitation.

Pour donner entrée à l'écluse, un chenal d'accès d'une longueur de

750 m, d'une largeur de 50 m au plafond et de 116 m entre crêtes, a été dragué.

De chaque côté sont placées des estacades en bois laissant un passage de 100 m de largeur à la cote + 7 et terminées par deux musoirs dont les plate-formes supportent les feux de port.

Deux ponts tournants, placés aux têtes amont et aval de l'écluse, établissent la communication entre les deux rives. Ils sont manœuvrés électriquement et l'ouverture du pont peut se faire en trois minutes environ.

L'écluse n'a que deux portes ; une à l'amont, l'autre à l'aval. Elles sont à un seul vantail. Elles s'ouvrent en roulant et rentrent dans des chambres aménagées à l'arrière du bajoyer, normalement à l'axe de l'écluse.

Une porte de rechange est remisée dans une petite cale de radoub, et le changement d'une porte avariée peut être fait en une marée.

Le dispositif adopté pour les portes des écluses de Zoebrugge, qui leur permet de fonctionner comme portes de flot et comme portes d'èbe, est le premier de ce genre qui ait régulièrement fonctionné. Dans plusieurs autres ports de mer on l'a ultérieurement appliqué ou on va l'appliquer.

Ces portes sont, en réalité, formées d'un grand caisson divisé intérieurement en deux parties, toutes deux étanches, et la partie inférieure est remplie du lest nécessaire pour que la porte ne soit pas soulevée par la mer et ait une stabilité suffisante.

La partie supérieure est mise, par des vannes, en communication avec la mer ou avec l'intérieur de l'écluse, de telle sorte que le volume d'eau déplacé par la porte ne varie pas et que la charge sur les roues reste constante.

La porte repose, en effet, sur deux paires d'essieux, avec roues en acier de 1 m de diamètre qui roulent sur des rails de 52 kg. Ils sont renfermés, par deux, dans deux chambres dans lesquelles on a accès par des cheminées avec écluse. En chassant l'eau au moyen de l'air comprimé, on peut surveiller les trains de roues, les boites et le chemin de roulement.

La manœuvre de la porte se fait à l'aide d'un treuil électrique à triple relai, en deux minutes. En cas d'avarie au treuil ou à la dynamo, elle pourrait se faire à la main et demande alors quinze minutes.

Des dispositions particulières ont été prévues pour l'entretien et le nettoyage de ces portes et pour leur remplacement.

Le conférencier donne ensuite des détails sur les dispositions du port intérieur, du bassin d'échouage, bassin sanitaire, appontements en charpente, darses, etc., ainsi que sur les dispositions du canal maritime et du port de Bruges lui-même.

Exécution des travaux.

Aussitôt que les travaux furent décidés, la Compagnie éleva immédiatement tous les ateliers nécessaires, ainsi que des maisons pour les ouvriers et les employés, car, à plus de 2 km à la ronde, il n'existait

pas une maison que l'on pût utiliser. On installa également les bâtiments de l'Administration centrale, des forges, des ateliers de mécanique, des lignes de chemins de fer, des bétonnières et un certain nombre de machines à briques permettant de fabriquer chacune par jour 40 000 briques, en vue de fournir à la construction les 50 millions de briques prévues pour les travaux. Toutes les machines et tous les ateliers, à part les locomotives, reçoivent l'énergie nécessaire de la grande usine électrique qui fournit également l'éclairage.

M. Coiseau donne ensuite des détails sur les dispositions des trois dragues porteuses de déblais, dont l'une a été entièrement construite sur les chantiers de Zeebrugge, ainsi que sur les dragues à couloir et les appareils divers, tels que bigues, pontons-bigues, grues Derrick, grues électriques, etc., employés sur les divers chantiers.

Il décrit la construction de la grue gigantesque « le Titan », qui permet de placer, à 30 m de distance de l'extrémité de la jetée sur laquelle il avance, des blocs dont le poids atteint 55 t. et, à 50 m, des charges de 28 t.

Le sommet du Titan, à l'emplacement où il est maintenant sur la jetée, est à 50 m au-dessus du fond sur lequel reposent les enrochements.

M. Coiseau indique ensuite comment a été construite la partie de jetée à claire-voie, et décrit les opérations que nécessite l'immersion des blocs de 4 500 t.

Pour ces derniers, un caisson en tôle légère, raidi par des membrures et fermettes assurant la résistance, est construit à sec, dans une partie spécialement réservée à cet effet et dite « Parc des grands blocs ».

On coule ensuite dans ce caisson une certaine partie du béton de façon à former un fond et des côtés lui donnant une résistance suffisante, mais d'un poids tel que le caisson puisse flotter lorsqu'on fait pénétrer l'eau dans le parc aux blocs.

Le caisson, convenablement consolidé par des étançons intérieurs, est alors remorqué à la place qu'il doit occuper, puis, en laissant pénétrer l'eau à l'intérieur, on le coule exactement à la place qui lui est assignée au moyen de guidages qui ont été préparés à l'avance. Lorsqu'il est immergé, le Titan le remplit rapidement de béton, de telle sorte qu'en quelques jours le caisson entier ne forme plus qu'un seul bloc, juxtaposé à ceux qui ont été mis en place précédemment.

Après avoir donné quelques détails sur les artifices auxquels on a dû recourir pour tenir compte des affouillements qui s'étaient produits en avant de la partie de jetée en construction, et sur l'emploi qui a été fait de la bigue flottante de 55 t à la construction du mur de quai, M. Coiseau termine son intéressante communication en invitant les Membres de la Société à venir visiter l'année prochaine les travaux qu'il vient de décrire. Il ajoute qu'il espère que nombreux seront les Collègues qui répondront à son invitation.

M. le Président remercie M. Coiseau de l'exposé qu'il vient de faire de l'œuvre si considérable que lui et M. J. Cousin ont entreprise et qu'ils sont sur le point d'avoir bientôt menée à bien.

Il lui a été donné, au cours d'une visite qu'il a faite, d'admirer les résultats obtenus, dus surtout à la simplicité des procédés, combinés avec la hardiesse et l'habileté apportées dans la construction de ce magnifique port de Bruges qui fait le plus grand honneur à ses auteurs.

M. le Président est donc heureux de féliciter de nouveau M. Coiseau et ses collaborateurs, non seulement pour cette grande œuvre, mais aussi pour l'exposé qu'il vient de faire avec tant de clarté et d'une façon si intéressante.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. A.-H. Danicourt, H.-M. Bertrand, E.-A.-P. Canonne, G.-A.-L. Goubeau, A. Pérot, Ch.-J. Quentin comme Membres Sociétaires Titulaires,

De MM. G.-J.-B. Brégéras, C.-R.-P. Henry comme Membres Sociétaires Assistants, et

De M. Ch. Klein, comme Membre Associé.

MM. J.-H.-R. Whinfield, E.-F.-A. Widmer, J.-H. Widmer, H.-A. de La Valette sont admis comme Membres Sociétaires Titulaires et

M. E.-A.-C. Widmer comme Membre Sociétaire Assistant.

La séance est levée à 11 heures un quart.

L'un des Secrétaires Techniques,
H. Dufresne.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 16 DÉCEMBRE 1904

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Présidence de M. H. Couriot, Président.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

La Société étant réunie en Assemblée générale, conformément à l'article 17 des statuts, M. L. de Chasseloup-Laubat, Trésorier, a la parole pour la lecture de son Rapport annuel sur la situation financière. Il s'exprime ainsi :

Messieurs,

Le 30 novembre 1903, les Membres de la Société étaient au nombre de	3 641
Du 1er décembre 1903 au 30 novembre 1904, les admissions ont été de	175
formant un total de	3 816
Pendant ce même laps de temps, la Société a perdu, par décès, démissions et radiations	126
Le total des Membres de la Société, au 30 novembre 1904, est ainsi de	3 690
Il a donc augmenté, pendant l'année, de	49

Cette augmentation, un peu supérieure à celle de 1903, est cependant moindre que la moyenne des années précédentes. Les causes de cette diminution sont certainement les mêmes que celles que nous vous indi-

quions l'année dernière. C'est-à-dire, d'une part, les chiffres considérables dès démissions et radiations (45) ainsi que celui des décès (81), et, d'autre part, le nombre relativement restreint des demandes d'admission qui nous ont été présentées.

J'insiste donc de nouveau auprès de vous pour que chacun veuille bien chercher autour de lui les Ingénieurs qui seraient susceptibles de faire partie de notre Association, en les engageant à nous apporter leur concours en vue d'augmenter l'influence de notre Société par le groupement de tous les efforts communs.

Il y a surtout une catégorie, celle des Sociétaires Assistants, qui ne nous a pas donné les résultats qu'on aurait pu en espérer.

Nous allons passer à l'examen du Bilan.

Le Bilan au 30 novembre 1901 se présente comme suit :

L'Actif comprend :

1° Le Fonds inaliénable . . . . Fr.	469 703,75
2° Caisse (Espèces en caisse)	3 380,50
3° Débiteurs divers	62 895,31
4° Prix Henri Schneider 1917	27 237,05
5° Amortissement de l'Emprunt	3 000 »
6° Amortissement de Prêts	12 300 »
7° Bibliothèque	11 000 »
8° Immeuble	930 912,04
Total . . . . . Fr.	1 520 428,65

Le Passif comprend :

1° Créditeurs divers . . . . Fr.	24 505,30
2° Prix divers de 1905 et suivants	8 442,70
3° Prix Henri Schneider 1917	27 237,05
4° Emprunt	585 000 »
5° Tirage obligations 1902	1 500 »
6° — 1903	500 »
7° — 1904	3 000 »
8° Remboursement de Prêts	12 300 »
9° Coupons échus et à échoir	17 370,20
10° Fonds de secours	3 621,15
Fr.	683 476,40
Avoir de la Société	836 952,25
Total . . . . . Fr.	1 520 428,65

ACTIF.

Notre *Fonds inaliénable* s'est accru de 86 003,30 f, provenant pour :

1° 36 026,95 f, du don que nous a fait notre ancien Président, M. G. Canet, en vue de la fondation de prix sexennaux dont le règlement a été adopté, comme vous vous le rappelez dans la séance du 7 octobre dernier ;

2° 20 000 f, du don de la famille Hersent, fait en souvenir de notre regretté Président ; une partie des intérêts est affectée à un prix dont le règlement a été adopté dans la séance du 7 octobre dernier et le surplus doit être versé à notre fonds de secours ;

3° Enfin, 29 976,35 f, du chef de la réalisation du legs qui nous avait été fait par notre Collègue, M. Huuebelle, il y a quatre ans, legs dont les formalités administratives n'ont pu se terminer qu'au cours de cette année.

Je suis heureux de saisir cette occasion pour adresser nos plus vifs remerciements à ces généreux donateurs, auxquels je joins également les noms de MM. Couriot, Bollaert, Grosdidier, Hillairet, Hospitalier, Picou et Mme Vve Monchot, qui nous ont versé au cours de l'exercice, une somme totale de 1 599 f, avec affectations spéciales.

Le compte *Caisse* n'appelle aucune observation.

Le compte *Débiteurs divers* est un peu moins élevé que l'année dernière, parce que nous avons, au cours de l'exercice, prélevé sur nos disponibilités la somme nécessaire pour rembourser à la famille de notre ancien Président, M. Mesureur, les 20 000 f restant dus sur l'emprunt qui nous avait été momentanément consenti au cours de la construction de notre immeuble.

Vous remarquerez au compte *Prix Schneider*, que le compte *Prix Schneider 1902* ne figure plus. Nous avons, en effet, entièrement terminé le règlement de cette question, par l'envoi aux intéressés, des médailles frappées spécialement à cet effet.

Les comptes *Amortissement de l'emprunt*, *Amortissement de prêts*, *Bibliothèque* et *Immeuble*, figurent pour des sommes analogues à celles de l'année dernière, sauf en ce qui concerne le compte *Amortissement de prêts* dont nous vous avons expliqué, il y a un an, à pareille époque, le fonctionnement.

PASSIF.

Le compte *Créditeurs divers* est inférieur de 29 000 f environ à ce qu'il était l'année dernière. Ceci provient de ce que nous avons, comme je viens de le dire, remboursé 20 000 f sur un emprunt, payé au cours de

l'exercice un certain nombre de travaux pour l'immeuble que nous avions prévus l'année dernière dans notre Rapport et, enfin, d'une diminution sur la somme prévue pour les impressions, planches et croquis, les bulletins non soldés étant moins nombreux que ceux de l'année dernière.

Les *Prix divers*, *Prix Henri Schneider 1917*, *Emprunt*, n'ont subi aucune modification qui appelle l'attention.

Vous remarquerez toutefois que notre emprunt a diminué encore de 3 000 f, par suite du tirage des obligations 1903.

A ce sujet, j'insiste auprès de ceux de nos Collègues dont les obligations sortent au tirage, pour qu'ils veuillent bien, aussitôt qu'ils ont connaissance des numéros sortants, régulariser leur situation.

Le compte *Coupons restant dus* est également un peu plus élevé que celui de l'année dernière.

Vous remarquerez à ce sujet, qu'en vue de ne pas multiplier les détails de ces comptes, nous avons groupé, non plus par échéance de janvier et juillet, mais par année, les coupons correspondants.

Bien entendu les coupons continuent, sur nos livres, à figurer par échéance séparée.

Enfin, notre *Fonds de secours* présente un solde créditeur supérieur à la moyenne des années précédentes. Cela, par suite de la recette extraordinaire et importante que nous avons encaissée du fait du bal que notre Président, M. H. Couriot, a eu l'excellente idée d'organiser cette année pour nous permettre de venir en aide aux Collègues, malheureusement trop nombreux, qui sont obligés de recourir à nous.

Grâce aux 3 600 f que nous avons encaissés net de ce chef, votre Bureau a pu se montrer un peu plus large dans l'allocation des sommes qu'il a eu à répartir au cours de l'exercice. Il est à désirer que nous puissions trouver ainsi, chaque année, une ressource nouvelle pour ce fonds dont l'intérêt ne vous échappera pas.

En résumé, alors que l'Avoir de la Société était, au 30 novembre 1903, de 738 860,40 f, il est, au 30 novembre 1904, de 836 952,25 f, soit une augmentation de 98 091,85 f, dont il y a lieu, pour connaître la part de cet accroissement, due exclusivement à la marche normale de la Société, de déduire le montant des dons et legs s'élevant à 86 003,30 f. L'Avoir de la Société a donc en réalité augmenté de 12 089,55 f par le seul jeu des recettes et des charges courantes de l'exercice.

Ce chiffre est inférieur aux moyennes des excédents que nous avons réalisés depuis un certain nombre d'années, mais il est facile d'en donner l'explication.

L'exercice, en effet, a eu à supporter des charges exceptionnelles, telles que l'Exposition de Saint-Louis pour 3 600 f, une partie des frais d'organisation du voyage dans le Nord et le Pas-de-Calais et au voyage à Saint-Louis qui, vous le savez, n'a pas eu lieu officiellement, ces deux voyages pour ensemble environ 1 800 f.

BILAN AU

ACTIF

1° Fonds inaliénable :

a. Legs Nozo. . . . . Prix. . . . . Fr.	6 000 »		
b. Fondation Michel Alcan . . . . —	4 317,50		
c. Fondation Coignet . . . . . . —	4 285 »		
d. Don Couvreux. . . . . —	4 857,75		
e. Legs Gottschalk . . . . —	10 000 »		
f. Don G. Canet . . . . —	36 026,95		
g. Legs Giffard. . . . . . Prix et Secours.	50 372,05		
h. Donation Hersent . . . —	20 000 »		
i. Donation Schneider . . . . Secours	100 512 »		
j. Don anonyme . . . . —	6 750 »		
k. Don Normand	3 249,80		
l. Legs Roy	873,50		
m. Legs de Hennau.	96 982,50		
n. Legs Huet.	67 119 »		
o. Legs Mayer	13 612,50		
p. Legs Faliès	4 768,85		
q. Legs Meyer (nue propriété).	10 000 »		
r. Legs Hunebelle.	29 976,35		
		469 703,75	
2° Caisse : Solde disponible . . . . Fr.		3 380,50	

3° Débiteurs divers :

Cotisations 1904 et années antérieures (après réduction d'évaluation) . . . . Fr.	7 227 »	
Obligations, banquiers et comptes de dépôt	55 330,81	
Divers.	337,50	
		62 895,31
4° Prix Henri Schneider 1917 . . . . Fr.		27 237,05
5° Amortissement de l'Emprunt		3 000 »
6° Amortissement de Prêts		12 300 »
7° Bibliothèque : Livres, catalogues, etc.		11 000 »

8° Immeuble :

a. Terrain . . . . Fr.	369 160,30	
b. Construction	477 892,12	
c. Installation	35 237,08	
d. Ameublement et Matériel	48 622,54	
		930 912,04
Fr.		1 520 428,65

30 NOVEMBRE 1904

PASSIF

1° Créditeurs divers :

Impressions, planches, croquis, divers travaux en cours. Fr.	3 600 »	
Créditeurs divers	20 905,30	
		24 505,30

2° Prix divers 1905 et suivants :

a. Prix Annuel. Fr.	Mémoire	
b. Prix Nozo	547,20	
c. Prix Giffard 1902, prorogé 1905	3 000 »	
d. Prix Giffard 1905	3 000 »	
e. Prix Michel Alcan	113,50	
f. Prix François Coignet	150,05	
g. Prix Alphonse Couvreux	509,10	
h. Prix A. Gottschalk	872 85	
i. Prix G. Canet	250 »	
j. Prix H. Hersent	Mémoire	
		8 442,70

3° Prix Henri Schneider 1917 Fr.	27 237,05
4° Emprunt	585 000 »
5° Tirage Obligations 1902	1 500 »
6° — 1903	500 »
7° — 1904	3 000 »
8° Remboursement de Prêts	12 300 »

9° Coupons échus et à échoir :

N°s 6 et 7.	1er janvier — 1er juillet 1899 Fr.	17,90	
N°s 8 et 9.	1er janvier — 1er juillet 1900	112,40	
N°s 10 et 11.	1er janvier — 1er juillet 1901	201,90	
N°s 12 et 13.	1er janvier — 1er juillet 1902	522,20	
N°s 14 et 15.	1er janvier — 1er juillet 1903	835,10	
N° 16.	1er janvier 1904	1 116,05	
N° 17.	1er juillet 1904	3 508,05	
N° 18.	1er janvier 1905	11 056,60	
			17 370,20

9° Fonds de secours	3 621,15
Fr.	683 476,40
Avoir de la Société	836 952,25
Fr.	1 520 428,65

Enfin, un excédent de près de 4 000 f sur l'impression des planches parues dans les bulletins au cours de cette année. Vous avez pu remarquer, en effet, qu'il y en a eu un grand nombre dont plusieurs en simili-gravure. Le nombre de ces planches a dépassé de beaucoup la moyenne normale régulière des années précédentes.

Nous avons amorti toutes les dépenses ci-dessus énumérées au cours de l'exercice, de telle sorte qu'en réalité notre excédent était de 12 000 f plus 8 900 f, soit 20 900 f, chiffre légèrement supérieur aux chiffres moyens des années qui ont précédé.

De l'examen du bilan, il résulte évidemment que notre situation n'est pas mauvaise, mais qu'elle exige cependant d'être suivie de très près. Il importe de réduire au strict minimum et même de supprimer certaines dépenses qui ne sont pas absolument indispensables à la bonne marche de la Société et à l'exploitation de son immeuble.

Nous continuerons ainsi, grâce au concours dévoué de tous nos Membres, à augmenter l'influence, la prépondérance et la considération auxquelles notre Société a légitimement droit.

M. le Président demande si quelqu'un désire présenter des observations.

Personne ne demandant la parole, M. le Président met aux voix l'approbation des Comptes qui viennent d'être présentés.

Les Comptes sont approuvés à l'unanimité.

M. le Président dit qu'il est certain d'être l'interprète des Membres de la Société tout entière en félicitant sincèrement M. le Trésorier de l'ordre, de la méthode et de la clarté des comptes qui viennent d'être présentés. Il tient à le remercier au nom de la Société de ses services éclairés et de son dévouement qui ne se ralentit pas un instant, et auxquels nous devons reporter, pour la plus grande part, les bons résultats de nos exercices, malgré les difficultés financières et les charges que notre Société voit sans cesse s'accroître.

M. le Président rappelle que, dans la présente Assemblée, il y a lieu de procéder, pour la troisième fois, au tirage de six obligations pour remboursement de l'emprunt de 1896.

Il demande à l'Assemblée de désigner, avec l'un des Secrétaires, deux scrutateurs pour procéder à ce tirage.

Sont désignés : MM. G. Richard, Ch. Gallois et H. Dufresne.

Le tirage est effectué dans une salle contiguë.

M. le Président donne connaissance des numéros des Bons de l'emprunt qui viennent de sortir, et qui seront remboursables à partir du 1er janvier 1905.

Ces numéros sont les suivants : 149, 339, 347, 438, 711, 839.

Puis il est procédé à l'élection des Membres du Bureau et du Comité à nommer en remplacement des Membres sortant en 1905.

Ces élections ont donné les résultats suivants :

Vice-Président (devenant Président en 1906) : M. Hillairet, A.

Ire Section

Travaux publics et privés.

MM. Groselier, J., *Président.*
Petit, G., *Membre.*
Fougerolle, P. —

IIe Section

Industrie des Transports.

MM. Biard, E., *Membre.*
Becard, A. —

IIIe Section

Mécanique et ses applications.

MM. Masson, L., *Président.*
Bougault, A., *Membre.*
Dupont, A. —

IVe Section

Mines et Métallurgie.

MM. Reumaux, E., *Membre.*
Pinget, H. —

Ve Section

Physique et Chimie industrielles.

MM. Arquembourg, H., *Membre.*
Laurain, H. —

VIe Section

Industries électriques.

MM. Desroziers, E., *Membre.*
Brocq, F. —

La séance est levée à minuit.

L'un des Secrétaires Techniques,
H. Dufresne.

LES MOYENS
DE
COMBATTRE OU D'EMPÊCHER LA POUSSIÈRE

PAR

M. G. FORESTIER

La pousssière et la boue sont les deux états d'un mélange des détritus minéraux et organiques que produit forcément l'usage des routes.

Il est très difficile de dire sous quel état ce mélange présente le plus d'inconvénients pour les piétons, les cyclistes, les voyageurs en hippomobiles ou en automobiles, et les riverains, sans compter les Ingénieurs voyers

Pour le piéton : quand la route est poussiéreuse, toutes les fois qu'une voiture le croise ou le dépasse, il est aveuglé, suffoqué, et voit ses vêtements salis; par temps de boue, la moindre roue passant dans une flaque d'eau couvre ses vêtements de mouchetures désagréables.

Pour le cycliste : la poussière a les mêmes inconvénients; de plus, elle le prive du plaisir de se servir comme coupe-vent de la voiture qui le dépasse; en temps de boue, c'est la cruelle pelle qui le guette à tous les virages.

Pour les voyageurs assez âgés pour avoir connu le temps où circulaient les diligences, un des plus tristes souvenirs est celui du supplice éprouvé lorsqu'une voiture les dépassait et leur faisait « manger sa poussière »; si la route était très fréquentée, ils étaient placés dans cette cruelle alternative, ou d'être suffoqués, aveuglés, si on laissait la portière ouverte, ou d'être asphyxiés si on la laissait fermée.

Quant aux voyageurs qui circulent en automobile découverte, il éprouvent le même inconvénient si une voiture plus rapide que la leur les dépasse. Mais, encore plus que les voyageurs d'hippomobiles, ils sont tourmentés par leur propre poussière, qui les couvre par derrière s'ils ne recourent à certains artifices, comme par exemple de tendre, sous un certain angle, une toile qui empêche les remous de poussière de tomber sur eux. Par temps de boue, le dérapage et tous ses périls sont à redouter

pour la voiture ultra-rapide, encore plus que pour les cyclistes.

Quant aux riverains, il suffit de citer ce qui se passe à Ville-d'Avray, sur la route de Paris à Versailles; tout le monde sait que les villas qui bordent cette route sont devenues inhabitables, par suite des nuages de poussière qui, du matin au soir, ne cessent de pénétrer dans les appartements, et d'envahir les jardins, en recouvrant tout d'un épais manteau grisâtre, du plus triste effet.

Pour l'Ingénieur voyer chargé de l'entretien des routes, si la poussière le préoccupe, car sa production intense rend probable la désagrégation de la chaussée, la boue ne laisse pas de lui causer autant d'ennuis, non seulement parce qu'elle augmente beaucoup le coefficient de traction, mais surtout parce qu'elle favorise l'infiltration de l'eau de pluie dans la chaussée, dont les matériaux deviennent alors mobiles.

Aussi les Ingénieurs voyers, indépendamment de l'intérêt qu'ils portent au bien-être des divers usagers de la route, se sont-ils préoccupés de trouver le moyen d'empêcher la poussière et la boue.

D'après les renseignements recueillis par la Ligue contre la poussière (1), quelque peu incomplets, c'est en 1867 que, pour la première fois, il semble avoir été question d'employer le goudron dans les chaussées empierrées pour en diminuer l'usure et empêcher la production de la poussière ou de la boue. Cette proposition fut faite par M. Ch. Tellier, l'inventeur des machines frigorifiques qui portent son nom.

Dans son ouvrage l'*Ammoniaque dans l'industrie*, publié en 1867, il proposait de remplacer dans les rues le macadam ordinaire par des couches successives de sable et de goudron bien pilonnés.

En 1871, M. Francou, architecte d'Auch, eut l'idée d'employer le goudron pour revêtir les chaussées empierrées en vue d'empêcher la production de la poussière et de la boue. Son premier essai fut fait sur la place Salinis, puis, quelque temps après, il goudronna l'entrée de la cour des voyageurs, à la gare d'Auch.

M. Francou répandait le goudron à froid, et y mettait ensuite le feu. Il obtenait ainsi un amalgame très dur; le morceau de

(1) La plupart des essais qui vont être énumérés ont été résumés et discutés dans un article du colonel Espitalier, publié en juillet 1904 dans le *Génie Civil*. Il a été complété quelques jours après par un autre article du docteur Guglielminetti sur le westrumitage effectué dans les Ardennes pour les épreuves éliminatoires françaises, et au Taunus, en Allemagne, pour la coupe Gordon-Benett.



la place Salinis, ainsi traité en 1871, est reconnaissable à sa solidité exceptionnelle.

En 1874, M. Millet observa, devant les forges de Persan, où le sol était formé de scories fortement tassées, l'heureux effet d'une assez forte quantité d'huile répandue par accident. Pendant la pluie, la chaussée ne se mouillait pas à cet endroit, la gelée ne la soulevait pas ni ne la ramollissait. La partie huilée, loin de s'user, finit par être en saillie sur le reste de la route.

En 1880, à Sainte-Foix (Gironde). M. Christophle, Ingénieur des Ponts et Chaussées, employa le goudron.

En 1888, nouvel essai à Saint-Gaudens (Ariège), par M. Lavigne, agent voyer. M. Goupil, l'agent voyer en chef d'alors, qui avait encouragé cet essai, en a rendu compte dans les *Annales du service vicinal* de 1902. Le succès ne semble pas avoir couronné cet essai. Pendant l'hiver, le goudron, répandu à froid et trop épais, était devenu visqueux et s'était détaché de la chaussée.

En 1895, à Oran, M. Hardy a expérimenté des matières grasses : l'huile d'aloès et le mazout. Les essais ont été satisfaisants. Il en a été rendu compte dans les *Annales du service vicinal*.

En 1899, à Mostaganem, M. Pouyanne, Ingénieur des Ponts et Chaussées, fit des essais d'huile lourde qui réussirent; mais, envoyé sur sa demande à Alger, il ne poursuivit pas ses expériences.

En 1896, M. Girardeau, agent voyer à Luçon (Vendée), ne connaissant pas les résultats obtenus par ses prédécesseurs, eut l'idée d'appliquer le goudron sur le chemin de grande communication traversant cette ville. Il employa d'abord le goudron à froid. Il remarqua que là où le soleil échauffait le goudron, celui-ci prenait mieux et plus vite, et donnait un résultat bien préférable. Il eut alors l'idée d'employer le goudron à chaud. Il se servit d'abord d'un appareil de chauffage assez primitif, puis d'appareils plus perfectionnés. La traverse de Luçon, d'après M. Girardeau, présente encore une surface dont le bon aspect tranche sur celui des routes voisines. M. Girardeau a étendu ses essais en Vendée dans l'arrondissement de Fontenay-le-Comte, en perfectionnant la technique.

En 1898, à Los Angeles (Californie), où les routes étaient pendant tout l'été recouvertes d'une couche épaisse de poussière, un Ingénieur voyer eut l'idée de profiter de la propriété agglutinante du pétrole brut de Californie, qui renferme 30 0/0 d'asphalte. Le pétrole est, dans ce pays, aussi abondant que l'eau y est rare;

on en répandit sur les routes à améliorer. Ces routes ne doivent d'ailleurs guère répondre à l'idée qu'on se fait d'une route en France, car on a trouvé avantage à y promener la herse avant d'y répandre le pétrole. Le pétrole répandu sur la couche de poussière produisit une sorte de surface asphaltée qui donna satisfaction. En 1901, il y avait déjà 80 km de routes ainsi traitées, dans la seule province de Los Angeles. Il a été rendu compte de ces essais dans un numéro de mars 1901 du *Génie Civil*.

En 1900, à Lugo (Italie), l'Ingénieur Rimini fit avec succès l'essai du goudron de houille mélangé à un siccatif breveté.

La poussière au point de vue de l'hygiène.

A partir de 1901 s'ouvre une ère nouvelle pour la lutte contre la poussière. Les automobiles deviennent nombreux sur la Côte d'Azur, où tant de malades viennent chercher la santé pendant l'hiver. Les hygiénistes entrent en lice et prennent la question en mains.

Jusque-là, on en avait eu horreur, mais, à partir de 1901, la poussière cause une véritable terreur. Les hygiénistes démontrent, en effet, que c'est un mélange des corps les plus aptes à favoriser l'inoculation de toutes les maladies; elle se compose, pour la plus grande part, de particules minérales à arêtes vives, véritables lancettes microscopiques qui lacèrent les muqueuses, et donnent un accès facile dans l'organisme aux microbes du choléra, du tétanos, de la tuberculose, de la fièvre typhoïde, etc., etc.

Dès cette époque, M. le docteur Guglielminetti, qui, sous le titre modeste de Secrétaire adjoint de la Ligue contre la poussière, dissimule le rôle essentiel qu'il joue dans cette Ligue dont il est le fondateur et l'âme, était l'apôtre du goudronnage.

Le procédé qu'il employait à Monte-Carlo était rudimentaire : c'était avec une espèce de pinceau qu'il faisait répandre le goudron à froid; cet essai a toutefois marqué le point de départ de la lutte générale contre la poussière.

En 1901, des essais sont également faits à Genève et à Nice.

En 1902, Paris s'intéresse à la question. Sous la pression de M. le docteur Guglielminetti, M. Sylvain Dreyfus, Ingénieur des Ponts et Chaussées, goudronne une partie de la route de Champigny, puis l'avenue de la Tourelle, à Saint-Mandé, et le boule-

vard Carnot, à Vincennes. On constate que pendant l'été il n'y a presque pas eu de poussière ni de boue sur l'avenue de la Tourelle et le boulevard Carnot. Les pluies et les froids de l'hiver n'y ont causé que des dégâts partiels.

La même année, avec le concours de M. Deutsch, M. Le Gavrian, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Versailles, fait des essais d'huile lourde et de mazout.

En 1903, les expériences se multiplient.

L'Association Générale Automobile s'intéresse à la question et accorde une subvention qui permet à M. Le Gavrian de goudronner la route de Saint-Cyr.

Avec une subvention de l'Automobile-Club de France, le même Ingénieur goudronne une partie de la traverse de Ville-d'Avray.

En même temps, M. Lefèvre, conservateur des promenades de la Ville de Paris, goudronne, dans le bois de Vincennes, la route aboutissant à la Porte Dorée.

En Seine-et-Marne, sous la haute direction de M. Heude, Ingénieur en Chef du département, M. Sigault, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Meaux, M. Imbs, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Melun, et M. Bory, Ingénieur à Fontainebleau, avec le concours de M. Berteaux, conducteur, qui en a rendu compte dans les *Annales des Travaux publics*, font un grand nombre d'essais de goudronnage, qui ont permis d'étudier la façon dont il faut opérer à l'avenir.

En 1904, de nouveaux essais sont pratiqués sur une grande échelle, surtout dans la partie est de Paris.

Au bois de Boulogne, M. Forestier, le sympathique conservateur des promenades de cette région de la Ville de Paris, fait des essais de goudronnage, de westrumitage, d'odocréolage, d'injectolinage, etc. Une souscription des riverains a permis à M. Forestier de faire goudronner le boulevard Maillot et le boulevard Richard-Wallace.

En même temps, avec le concours du *Vélo*, M. Baratte, Ingénieur de la 7e section de la Ville de Paris, assisté de M. Grandjean, goudronnait et westrumitait l'avenue de la Grande-Armée, l'avenue de Wagram et le boulevard Pereire.

Une surface de 20 000 m² a été consacrée aux différents revêtements. Entre autres, M. Girardeau a, sur quelques centaines de mètres du boulevard Pereire sud, appliqué les idées préconisées par lui.

En même temps, à Nantes, M. Préaubert, a fait, sous la surveillance des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et du Service municipal, différents essais d'un nouveau produit, appelé le Rapidite. Il en a fait des applications à Meaux et à Montmorency.

M. Heude, sur la demande des habitants de Melun, enchantés des résultats obtenus en 1903, reprenait les essais de goudronnage, en réparant les dégradations partielles des surfaces traitées l'année précédente.

M. Sylvain Dreyfus faisait de même sur l'avenue de la Tourelle, à Saint-Mandé, le boulevard Carnot, à Vincennes, et sur le chemin de Champigny.

A Versailles, M. Le Gavrian, qui avait éprouvé certains déboires sur la route de Saint-Cyr, était arrivé à une conception un peu différente. Au lieu de dépenser beaucoup pour un goudronnage épais répandu à chaud, il avait eu l'idée de faire, avec un mélange d'huile et de goudron répandu à froid, un revêtement économique destiné à ne durer que le temps de la sécheresse, pendant lequel il jouerait le rôle de destructeur de la poussière. D'après les renseignements recueillis au dernier moment, les produits employés ont été fournis par le Syndicat professionnel de l'industrie du gaz, après des pourparlers avec la Direction des Routes au Ministère des Travaux Publics, pour effectuer les essais de cette nature sur un assez grand nombre de kilomètres de routes dans les départements de Seine-et-Oise et de Seine-et-Marne.

En Tunisie, M. Jeannin, Ingénieur de la municipalité, a fait goudronner à chaud, au commencement de 1904, une des avenues les plus fréquentées de la belle promenade du Belvédère.

A Évian, l'État, la ville et la Société des Eaux se sont entendus pour faire, à frais communs, goudronner la rue principale. Les résultats obtenus paraissent excellents. On ne peut que regretter le peu de longueur ainsi traitée.

L'Automobile-Club a accordé des subventions pour permettre divers goudronnages, à Trouville notamment.

Enfin, dans sa session d'août 1904, le Conseil général de la Meuse a décidé que le service de la voirie départementale devait se tenir au courant de tous les procédés de conservation des chaussées empierrées par le coaltar, le goudron et la westrumite, etc., etc.

En dehors de ces essais sur voies publiques, il peut être intéressant d'en citer un exécuté dans un établissement particulier. Dans l'usine des Anciens Établissements Panhard-Levassor, ave-

nue d'Ivry, on a goudronné à chaud la rue intérieure qui dessert les ateliers. Cette rue est parcourue journellement par un nombre considérable de voitures automobiles, et aussi par de lourds tombereaux, qui apportent la houille ou le bois en grume. Avant le goudronnage, sous le passage de toutes ces voitures, cette rue était couverte d'une poussière fort gênante.

Le commandant Krebs, l'éminent Directeur général de ces établissements, désireux de mettre fin à cet état de choses, a bien voulu demander au Secrétaire général de la Ligue contre la poussière des renseignements sur les effets du goudronnage et sur les précautions à prendre pour obtenir une réussite aussi grande que possible. Celui-ci a été trop heureux de lui faire connaître les résultats obtenus sur les divers points de la France et les conclusions personnelles qu'il croyait pouvoir en déduire.

Le goudronnage de la rue des établissements de l'avenue d'Ivry a été fait dans ces conditions et paraît avoir donné satisfaction.

Enfin, lors de la course éliminatoire française de la coupe Gordon-Benett, dans les Ardennes, on westrumita 80 km de route en quatre jours, à l'aide de cent cantonniers et de quarante tonneaux d'arrosage qui répandirent 900 t d'eau renfermant 90 t de westrumite.

Grâce à cette précaution, aucune poussière ne fut soulevée et les concurrents purent se dépasser sans courir le risque de voir se renouveler les accidents mortels qui avaient tant attristé la course Paris-Madrid et qui doivent être attribués à la poussière qui aveuglait le coureur voulant dépasser un rival.

Pour ne pas être exposé à beaucoup de redites en exposant en détail chacun des essais énumérés ci-dessus, de manière à en faire ressortir les avantages et les inconvénients, il paraît préférable d'étudier la constitution de la chaussée empierrée, d'en déduire la cause de la poussière et, partant, les palliatifs qu'on peut y apporter et les moyens de l'empêcher radicalement de se produire, s'il est possible.

Étude de la route au point de vue de la formation de la poussière.

La poussière et la boue sont, ainsi qu'il a été dit dès le début, le résultat forcé de l'usage des routes. En rase campagne, elles se composent presque exclusivement des détritus résultant de

l'usure des matériaux. Dans les rues, il s'y ajoute beaucoup de produits organiques déposés par les animaux et de détritus jetés par les riverains, par exemple, en secouant les tapis par la fenêtre, malgré les ordonnances de police. L'Ingénieur voyer n'a aucun moyen d'empêcher l'arrivée sur la chaussée de ces détritus et débris : il ne peut que les enlever.

Quant à la poussière provenant de l'usure des matériaux, elle n'existe pour ainsi dire pas sur les chaussées asphaltées ou pavées, car l'usure de la surface est à peine de quelques millimètres par an. Du reste, on peut l'enlever économiquement, puisque, sans inconvénient pour la conservation de ces chaussées on peut se servir de balayeuses mécaniques.

Sur les chaussées empierrées que nous nous obstinons en France à appeler macadam (1), l'usure, au contraire, est telle, surtout dans les rues fréquentées, qu'en trois ou quatre ans un empierrement est dévoré. Il en résulte une énorme quantité de poussière ou de boue.

Cette poussière, suivant les circonstances, se produit de différentes manières, qu'il importe de bien connaître.

La chaussée empierrée est un mélange de pierres cassées enchâssées dans une gangue qui joue un rôle prépondérant dans leur cohésion et leur résistance.

A l'origine du siècle dernier, les cailloux étaient simplement jetés à la pelle sur la route; on laissait au roulage le soin de produire, en broyant les cailloux, les détritus nécessaires à la formation de la gangue. Comme les matériaux coûtent très cher, on a fini par reconnaître qu'il était inutile de les broyer pour obtenir une gangue qu'on peut se procurer plus économiquement en mélangeant aux cailloux une matière pulvérulente introduite dans la chaussée pendant ou après l'opération du cylindrage, suivant qu'on dispose de beaucoup d'eau comme dans les villes dotées d'un service d'eau, ou qu'on opère en rase campagne où l'eau est rare et coûteuse.

Quand la chaussée renferme une quantité d'humidité déterminée, variable avec la nature de la gangue, celle-ci est excessivement cohérente; les cailloux résistent, sans déplacements sensibles, aux charges les plus lourdes, comme le prouvent les expériences de M. Lavalard sur le coefficient de traction des omnibus dans les rues de Paris. Cet expérimentateur a trouvé que les

(1) Bien que les deux principes sur lesquels repose leur établissement : l'encaissement et la matière d'agrégation, aient été l'objet de l'anathème jeté par Mac-Adam.



chaussées empierrées n'exigent, en belle saison, qu'un effort de 17 kg par tonne, à peu près comme les chaussées pavées en grès.

A cet état, les matériaux ne s'usent que par leur surface extérieure sous l'action du choc et du frottement des bandages métalliques des roues ou des fers des attelages.

Si la quantié d'humidité va en croissant, la gangue perd de plus en plus de sa cohésion. Si une roue passe alors sur un caillou, il s'enfonçe en déplaçant ses voisins: il y a des mouvements intérieurs, des frottements latéraux qui entraînent l'usure et produisent une certaine quantité de détritus très fins. Ceux-ci s'ajoutent à la gangue. Tant que leurs volumes réunis ne dépassent pas une certaine limite, la chaussée reste en bon état; mais au bout d'un certain temps, le volume de la gangue et des détritus dépasse la proportion voulue, à peu près 33 0/0, le caillou en s'enfonçant chasse au dehors une partie de la gangue qui forme un petit bourrelet de boue de chaque côté de la roue.

Si, au contraire, sous l'action du soleil et du vent, l'humidité de la gangue s'évapore, celle-ci perd toute cohésion, et l'on dit que la route se désagrège. Les cailloux devenus roulants s'usent par broiement et le fléau de la poussière sévit en grand.

Ces phénomènes successifs s'expliquent facilement pour ceux qui ont eu occasion d'observer les différents états des plages de sable, à marée basse, à mi-marée et au-dessus des niveaux des plus hautes mers. Le même sable, qui dans l'eau fuit sous les pieds du baigneur, qui à mi-marée constitue une plage très dure (terrain de course idéal), redevient, au-dessus des plus hautes marées, tellement mobile que le vent l'emporte sur les terres voisines où il forme les dunes.

Si, au moment précis où la gangue renferme l'humidité optimum pour sa cohésion, on jetait sur la chaussée un manteau imperméable empêchant et les eaux extérieures de venir augmenter cette humidité et l'évaporation de la diminuer, on maintiendrait la chaussée dans l'état correspondant au minimum d'usure.

Palliatifs contre la poussière.

Avant d'indiquer les moyens à employer pour obtenir ce manteau imperméable, il convient de passer en revue ce qui peut être fait pour diminuer les inconvénients de la poussière et de la boue.

La boue s'enlève très facilement soit avec des raclettes, soit avec des balais mécaniques, lorsqu'elle est fluide. L'époudrement est une opération plus délicate.

Si on presse trop énergiquement le balai sur une chaussée empierrée, on enlève une partie de la gangue et on déchausse les cailloux. Pour bien époudrer, il faut plutôt éventer la chaussée que la balayer; le balai en brindilles de bouleau munies de leurs feuilles est le plus recommandable. Comme il est difficile de rencontrer des cantonniers joignant au zèle professionnel le doigté nécessaire, il faut, dans les rues où le nettoyage doit se faire rapidement, recourir au procédé de la transformation de la poussière en boue fluide, tant reproché aux « lanciers » du Préfet de la Seine.

En dehors de l'époudrement, on a recours à l'arrosage autant pour empêcher la poussière de se soulever que pour maintenir dans la chaussée l'humidité nécessaire à sa cohésion. Dans une ville pourvue d'une distribution d'eau, les arrosages se font assez facilement pour être renouvelés autant qu'il est besoin. Dans les endroits où l'eau est rare, on a eu l'idée d'y dissoudre certains sels hygrométriques, comme le sel marin ou le chlorure de calcium. Ce procédé, qui a été utilisé à la Galerie des Machines pour certains jours de fête, n'a pas donné sur les routes de bons résultats; il se produit une boue visqueuse. En voulant empêcher que les routes ne se désagrègent, on s'expose à les ruiner par arrachement des cailloux qui adhèrent aux roues.

La question en était là lorsque, à la suite de la réussite des essais de goudronnage, on a songé à introduire dans l'eau d'arrosage certains produits goudronneux ou asphaltiques rendus miscibles à l'eau.

Ces produits sont nombreux. Chacun a une formule différente à peu près tenue secrète.

On sait cependant *grosso modo* que, pour presque tous, c'est par l'action de sels alcalins ou ammoniacaux que l'huile lourde, le mazout ou le goudron même sont tenus en suspension. Cependant, dans quelques produits, la solubilité, dit-on, est obtenue à l'aide de la caséine.

Lorsqu'on arrose une chaussée avec ces produits, l'eau pénètre dans la gangue en déposant, dans les joints séparant les cailloux, la matière grasse qu'elle tient en suspension. Celle-ci forme une couche imperméable qui empêche l'évaporation de l'eau de

la chaussée et diminue la production de la poussière. Celle qui est apportée du voisinage se fixe sur la matière grasse.

On ne peut pas employer trop d'eau, parce que, si on noyait la chaussée, on compromettrait sa cohésion; d'ailleurs, les inventeurs de ces produits, pour en rendre l'emploi économique, préconisent des arrosages avec de l'eau en renfermant 15 à 20 0/0.

Le produit qui a été le premier employé est la westrumite, ainsi appelée du nom de son inventeur, M. de Westrum, Ingénieur allemand.

Les premiers essais de ce produit qui aient sollicité l'attention du public ont eu lieu devant Cristal Palace, à Londres. Il a été ensuite introduit en France, et, sur les conseils du docteur Guglielminetti, la Commission Sportive de l'A. C. F. l'a employé, comme on l'a dit plus haut, pour mettre les routes des Ardennes à l'abri de la poussière lors des courses éliminatoires françaises de la coupe Gordon-Benett.

Pour cette application, on avait mobilisé cent cantonniers et les quarante tonneaux d'arrosage du département. Sur certaines parties de route, l'approvisionnement de l'eau a été assez difficile. Pour obtenir un mélange intime, on remplissait les tonneaux à moitié d'eau; on introduisait la westrumite et on achevait ensuite le remplissage du tonneau; le brassage qui en résultait rendait le mélange très homogène.

Le résultat a été des plus satisfaisants; alors que sur les routes voisines non westrumitées il y avait énormément de poussière, sur le circuit westrumité il n'y avait pas de poussière provenant de la chaussée; celle qui était apportée du voisinage se soulevait à peine au passage des voitures, malgré leur vitesse de 120 km à l'heure à certains moments. Jamais la poussière n'est montée à la hauteur de la caisse.

Après le succès du westrumitage aux éliminatoires, les organisateurs de la coupe Gordon-Bennett l'ont employé au Taunus. Les résultats ont été aussi satisfaisants.

Lorsqu'au lieu d'avoir à répandre des produits goudronneux mélangés à l'eau sur des routes on n'a à arroser que des surfaces restreintes : trottoirs, cours, etc., on ne peut utiliser un tonneau d'arrosage. M. Forestier, le conservateur du bois de Boulogne, et M. le docteur Guglielminetti ont imaginé un éjecteur que l'on peut visser à l'extrémité d'une lance d'arrosage ordinaire.

Cet éjecteur se compose de deux surfaces coniques entre lesquelles arrive le produit aspiré par la succion. Cet intervalle est mis, par un tube flexible, en communication avec le réservoir renfermant le produit à mélanger à l'eau. En diminuant ou augmentant certaines ouvertures, on dose la quantité du produit renfermé dans le réservoir qui est entraîné par l'eau d'arrosage.

Les divers produits analogues à la westrumite qui ont été essayés jusqu'à ce jour sont : la rapidite, le pulvéranto, l'odocréol, l'injectoline, essayée en particulier au bois de Boulogne.

L'arrosage avec l'eau renfermant ces produits ne constitue qu'un palliatif contre la poussière; aussi doit-il être répété périodiquement et même à des intervalles assez rapprochés. Il est vrai qu'on peut diminuer la dose.

Moyen curatif.

Pour obtenir un remède radical, il faut, au moment où la gangue renferme juste la proportion d'humidité qui lui donne sa cohésion maxima, recouvrir la chaussée d'un revêtement imperméable la mettant à l'abri de l'infiltration des eaux extérieures et de l'évaporation de l'humidité qu'elle renferme. La cohésion restera invariable et l'usure se trouvera réduite au minimum. En même temps, ce revêtement procurera deux avantages. Il mettra la gangue à l'abri des morsures de la balayeuse mécanique; on pourra donc l'utiliser pour assurer la propreté de la chaussée. Il permettra aussi de laver la chaussée à grande eau sans produire de boue.

Ce manteau imperméable peut s'obtenir par l'application d'une matière huileuse se résinifiant au contact de l'air. Si l'huile de lin siccative ne coûtait pas si cher, elle constituerait le revêtement idéal, car la présence de l'humidité dans l'air, loin d'entraver sa solidification, ne fait que la favoriser.

Par mesure d'économie, on a du chercher à remplacer les huiles siccatives par d'autres matières coûtant moins cher : le mazout, l'huile lourde, le goudron de houille qui, au contact de l'air, se transforment à la longue en produits charbonneux solides.

Les droits de douane onéreux dont sont frappés en France le mazout et l'huile lourde les ont fait écarter, malgré le succès relatif des essais faits en 1902 sur la route des Quarante-Sous,

par M. Le Gavrian, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Versailles, avec le concours de M. Deutsch.

Le goudron de houille brut des usines à gaz est le produit qui, vu son bas prix, est le plus généralement employé. En outre du goudron et des divers produits antiseptiques, il renferme une certaine quantité d'eau ammoniacale et d'essences légères; aussi, vers 80 degrés, mousse-t-il et s'échappe-t-il, comme le lait, du vase où on le chauffe; il en résulte des chances d'incendie.

Pour éviter ce grand inconvénient, et aussi la sujétion du chauffage sur le chantier, M. Lassailly a proposé un goudron distillé, c'est-à-dire privé d'eau et d'huiles légères, qu'on peut, dès lors, porter sans danger à une température de 165 degrés. Mis à l'usine, ainsi chauffé, dans un tonneau-citerne de grande capacité (3 000 kg), il arrive sur les chantiers, même distants de plusieurs kilomètres, à une température suffisante pour un bon emploi.

Après avoir indiqué la matière qu'on peut employer pour le manteau imperméable dont on doit recouvrir la chaussée, il faut passer en revue les différentes opérations que comporte sa confection, et signaler toutes les précautions à prendre pour que ce manteau fasse bien corps avec la chaussée, soit bien imperméable, et résiste suffisamment aux roues des véhicules et aux pieds des attelages.

Tout d'abord, il importe d'insister sur ce fait : tous les résultats obtenus jusqu'à ce jour ont démontré l'absolue nécessité, si on veut réussir, de ne goudronner que des chaussées dont la surface supérieure est parfaitement régulière, sans bosses ni flaches, et dont le fond repose sur un sol parfaitement assaini. Cette dernière condition est évidemment essentielle; il serait, en effet, peu logique de faire la dépense d'un revêtement imperméable mettant la gangue à l'abri des eaux extérieures, si elle était exposée à être noyée par des eaux arrivant du fond de l'encaissement.

Le répandage du goudron ne doit se faire qu'au moment psychologique où la gangue remplit les conditions hygrométriques optimas.

Le goudronnage d'une route comporte les opérations suivantes : 1° apport du goudron sur le chantier; 2° préparation de la chaussée; 3° chauffage du goudron; 4° épandage; 5° étalage; 6° brossage; 7° séchage.

1° *Apport du goudron sur le chantier*. — Dans les essais sur une petite surface, cette opération ne présente aucune sujétion; elle peut se faire dans n'importe quels récipients de dimensions variables. Au contraire, pour l'application en une journée sur de grandes étendues, l'apport sur le chantier des quantités nécessaires est un problème qui n'a pas jusqu'ici été résolu d'une manière satisfaisante, c'est-à-dire de manière à assurer la continuité du travail des divers ateliers, continuité qui seule peut permettre l'économie de main-d'œuvre.

Cette difficulté d'apport existe, non seulement pour le goudronnage, mais aussi pour l'arrosage; elle n'a été résolue, dans certains essais en grand de la westrumite, que par la concentration momentanée d'un nombre de tonneaux d'arrosage assez grand pour permettre d'aller chercher l'eau à des distances souvent considérables, comme on a dû le faire sur certains points du circuit des Ardennes.

Dans l'arrosage permanent des rues urbaines, la difficulté de l'apport de l'eau est résolue par la construction d'une conduite d'eau sur laquelle on branche des bouches de puisage assez rapprochées.

Sur un chantier momentané, l'apport doit se subdiviser en deux : le transport proprement dit et l'emmagasinement dans un réservoir amovible placé sur le chantier où l'on puisera au fur et à mesure des besoins.

2° *Préparation de la chaussée*. — On a vu qu'en Californie les Ingénieurs recommandaient, même au prix d'un hersage de la chaussée, de former à la surface de celle-ci une couche épaisse de poussière avant d'y verser le pétrole asphaltique qu'ils employaient.

En France, cette pratique est prohibée, et tous les Ingénieurs sont d'accord pour recommander, au contraire, de ne goudronner qu'une chaussée dont tous les matériaux sont dans un parfait état de propreté.

D'un autre côté, pour assurer l'étanchéité du revêtement, il est nécessaire qu'il ait une certaine épaisseur au-dessus de la gangue, d'où utilité d'aviver les joints. Un brossage énergique de la chaussée, avec un balai en bouleau à demi-usé, par exemple, suivi d'un balayage délicat, est à recommander.

S'il importe de bien aviver les joints, il est non moins essentiel de ne pas les dégrader trop profondément, car il ne faut

pas perdre de vue que la gangue seule, dans un état convenable d'humidité, assure la cohésion de la chaussée.

3° *Chauffage du goudron.* — Pour que le revêtement colle bien aux matériaux et pénètre assez profondément dans la gangue, il faut que la chaussée et le goudron soient portés à une température aussi élevée que possible. Il faut donc chauffer le goudron et le répandre en excès sur la chaussée.

A l'origine, dans des essais sur une petite surface, on a employé, pour le chauffage, des appareils rudimentaires comme des



Fig. 1.

lessiveuses (*fig. 1*), mais la propriété du goudron de mousser à 80 degrés a fait préférer des bassines séparées du fourneau, de manière à pouvoir éloigner ou rapprocher celui-ci selon le besoin.

Ces bassines avaient d'abord 30 à 40 l de capacité; leur chauffage était assez peu économique; on y a substitué des appareils d'une capacité plus grande. De plus, on a mis l'appareil sur roues, pour permettre de le déplacer au fur et à mesure de la progression du chantier.

Dans l'appareil imaginé par M. Audoin, Ingénieur en Chef des services techniques de la Compagnie Parisienne du Gaz, le four-

neau est amovible et une pompe puise le goudron dans le tonneau où on l'a apporté (*fig. 2*).

Cet appareil est analogue à celui employé par M. Girardeau, à Luçon.



Fig. 2.

4° *Épandage*. — Lorsque le goudron est chaud, il faut le répandre sur la chaussée assez rapidement pour éviter son refroidissement.

M. Girardeau employait à cet effet un récipient placé au bout d'un manche assez long, avec lequel on puisait directement dans

la bassine de chauffage le goudron qu'on répandait en nappe continue sur le sol.

D'autres expérimentateurs ont préféré l'arrosoir, dont ils ont simplement modifié la pomme. Ils remplissent ces arrosoirs à un ajutage de l'appareil de chauffage. Pour éviter le refroidissement, par l'air, du goudron en filets liquides, les ouvriers répandeurs doivent tenir la pomme de l'arrosoir très près de la chaussée.

A l'usine Panhard-Levassor, M. de Fréminville a préféré aux



Fig. 3.

arrosoirs des brocs à bec de canard assez large, avec lesquels il obtenait un épandage en lame continue.

Pour des essais plus importants, on a réuni l'appareil de chauffage et l'appareil d'épandage. Le tonneau chauffeur arroseur de 200 à 300 l de M. Audouin, dit « mitrailleuse », est un appareil de ce genre. Il a été employé en 1903, notamment à Versailles, par M. Le Gavrian *(fig. 3)*.

En 1904, M. Baratte, dans ses essais de goudronnage de diverses rues de Paris, a utilisé pour le chauffage du goudron la locomobile de la Compagnie des Asphaltes. Après s'en être servi simplement pour chauffer du goudron répandu avec des arrosoirs, il a fini par munir cette locomobile d'une rampe d'arrosage.

A la Porte Dorée, M. Lefebvre s'était servi d'un tonneau avec rampe d'arrosage.

De son côté, pour le goudronnage du boulevard Richard-Wallace et du boulevard Maillot, où il a utilisé le goudron Lassailly chauffé à l'usine, M. Forestier s'est servi de la citerne Lassailly comme d'un tonneau d'arrosage (*fig. 4*).

Pour arriver à ne répandre sur la chaussée que la quantité voulue par mètre carré, il faut que l'écoulement se fasse proportionnellement à la vitesse de translation du tonneau.

M. Audoin a fait des expériences sur les quantités respectives



Fig. 4.

d'eau et de goudron qui s'écoulaient par un orifice déterminé sous une même charge.

Il a trouvé les débits par minute suivants :

Eau	350 cm³
Huile de pétrole du Texas	225 —
Huile lourde de houille	300 —
Huile de schiste d'Autun	320 —
Mazout (goudron de pétrole)	80 —
Goudron de houille (17°).	40 —
— (50°).	225 —
— (70°).	280 —

Avec le goudron Lassailly employé à température plus élevée, la vitesse d'écoulement est à peu près celle de l'eau.

D'après les résultats obtenus dans différents essais avec les bassines et les arrosoirs, un atelier de 7 hommes peut chauffer et répandre par jour le goudron sur 650 m².

Avec une mitrailleuse, on arrive au même résultat, mais les ouvriers chôment la moitié du temps. Pour utiliser la main-

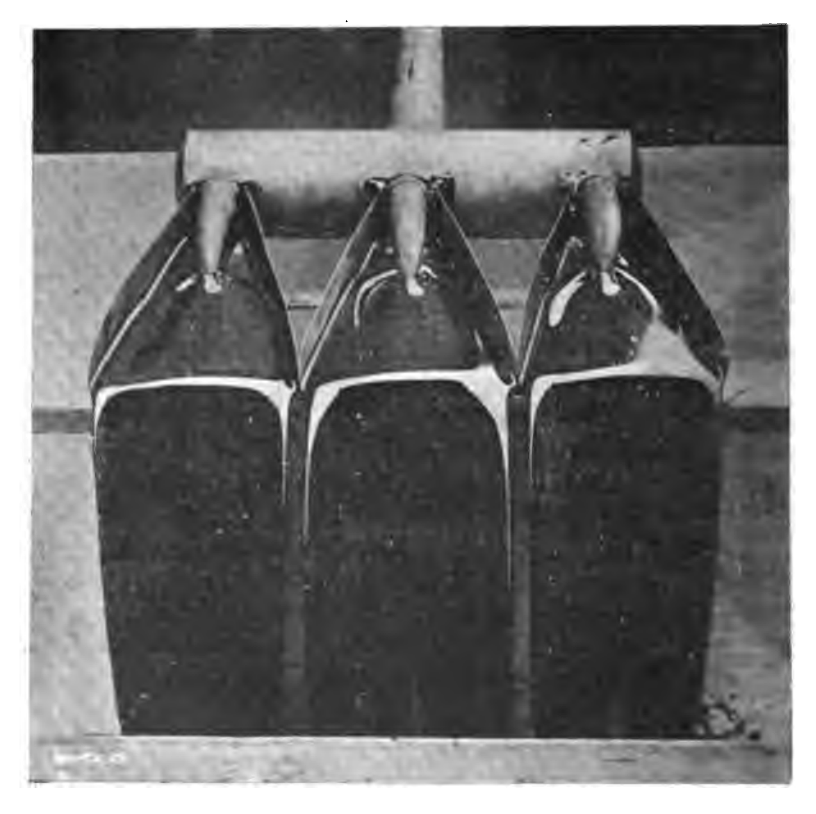


Fig. 5.

d'œuvre, il faut donc avoir deux mitrailleuses, et alors on peut faire 1 300 m² par jour avec la même équipe.

Avec une seule locomobile de la Compagnie des Asphaltes de plus grande capacité, on fait jusqu'à 850 m² avec des arrosoirs en éprouvant les mêmes ennuis de chômage; avec deux locomobiles, on peut obtenir le double, mais il faut augmenter quelque peu l'équipe.

Avec le tonneau arroseur Lassailly de 3 000 kg, on fait faci-

lement 2 000 m² en une heure et demie, mais ici la difficulté de l'apport se présente avec toute sa gravité ; il faut que le tonneau retourne se remplir à l'usine, et la plus grande partie du temps de l'équipe si nombreuse qu'on voit sur la figure 4 est perdu.

5° *Étalage*. — Sauf dans le cas où on emploie l'écope Girardeau ou la pomme d'arrosoir modifiée à trois trous de la figure 5 ou le broc à bec de canard de l'usine Panhard-Levassor qui répandent le goudron en lame continue couvrant tout le sol, il est nécessaire avec les arrosoirs ou les rampes d'arrosage qui re-



FIG. 6.

couvrent la chaussée de sillons très rapprochés de goudron, d'étaler celui-ci de manière à en former une couche continue.

Cette opération se faisait à l'origine avec des raclettes en caoutchouc ou des balais en piatsava à double tension (Girardeau).

Au fur et à mesure que la surface à goudronner a augmenté, il a fallu chercher à diminuer la dépense de main-d'œuvre ; on a eu l'idée de placer en arrière de la rampe d'arrosage des raclettes mécaniques, comme l'a fait M. Lefebvre *(fig. 6)*.

6° *Brossage*. — Le goudron répandu sur la chaussée doit s'infiltrer jusqu'à une certaine profondeur dans la gangue, tandis que le plus souvent il ne peut pénétrer dans les cailloux, sur

lesquels il est inutile qu'il ait une trop grande épaisseur; il importe donc, au bout d'un certain temps, de ramener dans les joints où le niveau du goudron a baissé celui en excès sur les cailloux; d'où nécessité d'un brossage pour égaliser la surface du goudron. Cette opération devrait, à la rigueur, être répétée plusieurs fois, tant que le goudron reste fluide et continue à s'infiltrer dans la gangue. Par mesure d'économie, on ne le fait guère qu'une fois (*fig. 4*).

Une question encore très controversée est celle de l'épaisseur à donner à la couche du goudron.

Théoriquement, il semblerait suffisant de bien remplir les joints d'un goudron adhérent aux matériaux. Mais, pour assurer cette adhérence, il faut chauffer le caillou, d'où nécessité d'un excès de goudron répandu sur toute la chaussée.

Quand les matériaux sont calcaires et poreux, cet excès de goudron pénètre dans leur intérieur et joue un rôle important en assurant non seulement la continuité de la couche imperméable, mais aussi en protégeant quelque peu les cailloux assez tendres.

Quand les matériaux employés sont friables comme la pierre meulière, l'excès de goudron reste, si épais qu'il soit, tout entier à leur surface et ne s'oppose nullement à leur écrasement par les roues un peu chargées; les détritus qui en proviennent se mélangent au goudron et il se forme un magma sans adhérence qui, au moment des pluies, se transforme en boue noire.

Avec les matériaux résistants comme le porphyre, cet inconvénient ne se présente pas, et il semble que la couche de goudron peut être réduite à ce qui est strictement nécessaire pour chauffer les cailloux et permettre au goudron d'y adhérer.

7° *Séchage.* — Quelle que soit l'épaisseur de la couche, le goudron reste un certain temps liquide et adhérerait aux roues des véhicules ou aux chaussures des piétons si on livrait de suite à la circulation la chaussée goudronnée.

Généralement, le séchage de la route dure de deux à trois jours.

Quand il est nécessaire de diminuer la durée de l'interruption de la circulation, on peut sans inconvénient, paraît-il, pour la résistance ultérieure du manteau imperméable, répandre à sa surface du sable siliceux même en assez grande quantité.

. . . .

Résultats obtenus.

Avec toutes ces précautions, les différents expérimentateurs ont obtenu des chaussées qui n'ont produit aucune poussière et qui, par suite, lors des pluies, n'auraient dû être recouvertes d'aucune boue, si des détritus n'avaient pas été apportés du voisinage ou déposés par les attelages.

Dans certains essais où on a été trop préoccupé de démontrer que la dépense du goudronnage est amplement compensée par une économie de balayage et de lavage, on a laissé ces détritus s'accumuler en telle quantité que pendant l'hiver l'état de la chaussée goudronnée, transformée en un marécage de boue noire et fétide, a suscité les plaintes les plus vives.

Là, au contraire, où, mieux inspirés, les Ingénieurs ont su profiter des facilités de balayage économique et de la possibilité d'arroser à grande eau sans encourir les inconvénients d'une chaussée ramollie et boueuse, ils ont obtenu une voie de communication sans poussière pendant les chaleurs, sans boue pendant les pluies et qui, pendant l'hiver, a résisté au gel et au dégel.

Avant le westrumitage ou le goudronnage, la chaussée macadamisée présente un aspect des plus irréguliers; huilée, elle est plus unie, et enfin goudronnée, elle paraît unie comme une glace.

Ce qui a fait dire à notre ancien président, M. Loreau, qui, en 1904, a fait goudronner une route aux environs de Briare, que même dans une voiture à bandages métalliques sur route goudronnée on est aussi mollement bercé que sur une route ordinaire dans une voiture munie de pneus.

Ce sont ces succès qui ont engagé les habitants de Melun à solliciter à nouveau, en 1904, le goudronnage de leurs rues auprès de M. Heude, Ingénieur en chef de Seine-et-Marne; de même, les propriétaires riverains de l'avenue de la Tourelle, à Saint-Mandé, et du boulevard Carnot, à Vincennes, ont réclamé à M. Sylvain Dreyfus, Ingénieur de la Seine, le goudronnage à nouveau de ces voies si fréquentées.

Voyons les résultats obtenus, au point de vue de l'hygiène.

Deux hygiénistes genevois, MM. Cristiani et Michelis, ont fait beaucoup de recherches à ce sujet; ils ont analysé, au point de vue bactériologique, de l'air puisé sur diverses routes expo-

sées à la pluie, au vent, au soleil, et le résultat a été qu'en moyenne un litre d'air pris sur :

Une chaussée ordinaire, renferme 14 germes pathogènes;

—	goudronnée	—	6,8	—
—	pétrolée	—	5,7	—

Pendant un temps très sec :

Sur la chaussée empierrée, les germes s'élèvent à 23;

—	goudronnée,	—	9:
—	pétrolée,	—	5.

Au premier abord, ces expériences sembleraient prouver que le pétrole offre un certain avantage par rapport au goudron; mais, quand on approfondit la question, on s'aperçoit que le goudron est plus avantageux; il retient plus énergiquement les germes; que le pétrole abandonne assez facilement.

Certains microbes peu résistants, comme celui du choléra, persistent quelques jours sur le pétrole; le goudron les détruit au bout de quelques heures.

Quant aux microbes plus résistants, comme ceux de la tuberculose, de la fièvre typhoïde, le tétanos, etc., ils peuvent vivre trois mois sur une surface pétrolée; ils subsistent à peine quelques jours sur une surface goudronnée.

Quelque avantageux que soient les revêtements antiseptiques, il n'en résulte pas moins, des expériences de MM. Cristiani et Michelis, pour les administrations municipales, l'obligation de veiller à l'arrosage et au balayage des rues ainsi traitées.

Il ne faut pas croire que le goudronnage des chaussées dispense des soins de propreté; il les facilite en les rendant plus économiques.

Prix de revient.

Maintenant, à quel prix obtient-on ces avantages?

Sur de petites surfaces, comme une allée de parc, une cour, un terrain de tennis, etc., à goudronner à raison de 200 m² par jour, on recourt à des moyens de chauffage rudimentaires, à la bassine et à l'arrosoir, avec ou sans raclette. Dans ce cas, d'après les expériences acquises et les chiffres donnés par M. Le Gavrian, à Versailles, il faut compter sur une dépense de 0,15 f par mètre carré; si on peut obtenir d'une usine à gaz le prêt d'une mitrailleuse, on arrivera à environ 0,13 fr

Ces chiffres sont notablement inférieurs à celui (0,30 f) donné par M. de Fréminville, l'Ingénieur des Anciens Établissements Panhard-Levassor, pour le goudronnage dirigé par lui et effectué à raison de 200 m² par jour. Ce prix élevé peut tenir à ce que les manœuvres qu'il employait étaient payés 5 f par jour, et avaient en sus une petite gratification.

Pour le goudronnage des voies publiques, il a été dit à maintes reprises que le prix de revient à Champigny, à la Porte Dorée, etc., était de 0,15 f par mètre carré. Il ne faut pas perdre de vue que le goudron était, pour faciliter les essais, livré par la Compagnie Parisienne du Gaz à des prix inférieurs à ceux qu'elle fait au commerce.

On ne tenait pas compte non plus de l'entretien ni de l'amortissement du matériel. D'un autre côté, le personnel était fourni, soit par les gardes du bois de Vincennes ou de Boulogne, soit par les cantonniers; dans les prix de revient on ne tenait pas compte de leurs salaires.

Il paraît difficile d'établir, dans ces conditions, un prix de revient pratique.

Pour les essais faits en 1904 par M. Baratte, sur 20 000 m² dans l'avenue de la Grande-Armée, l'avenue de Wagram et les rues avoisinantes, cet Ingénieur a tenu compte à peu près de tous les éléments de dépense.

En admettant le répandage de 1,400 kg de goudron, au prix de 50 f la tonne, par mètre carré, on arrive, avec le combustible pour le chauffage et la main-d'œuvre, à environ 0,12 f ou 0,13 f par mètre carré.

En y ajoutant 0,06 f pour l'intérêt et l'amortissement du capital, valeur assez arbitraire, M. Baratte arrive à environ 0,18 ou 0,19 f.

Enfin, à Paris, il y a un élément de dépense notable : c'est le gardiennage de la chaussée pendant que la circulation y est interdite. Si la chaussée est assez large pour être successivement goudronnée dans chaque moitié de sa largeur, on doit mettre des barrages, des lanternes, et il faut avoir un gardien; la dépense correspondante par mètre carré est plus ou moins considérable, suivant la longueur effectuée par jour à garder la nuit. Dans les essais de M. Baratte, le gardiennage a atteint, en moyenne, 0,06 f par mètre carré (pour la surface assez faible dont le goudronnage a été dirigé par M. Girardeau, le gardiennage a coûté 0,30 f).

M. Baratte est ainsi arrivé à 0.25 f par mètre carré; c'est évidemment un maximum.

Pour le traitement de la chaussée par l'arrosage avec divers produits miscibles à l'eau, le prix de revient est des plus difficiles à établir, car, si on peut apprécier la dépense à faire pour répandre le contenu d'une tonne, les Ingénieurs et les fabricants ne sont pas encore d'accord sur la quantité de produit à employer dans chaque arrosage, et encore moins sur l'intervalle à adopter entre deux répandages successifs. Cependant, on ne s'aventurera pas beaucoup en disant que cette opération coûte environ 0,13 f par mètre carré et par été.

En tout cas, ce dont on doit être aujourd'hui bien convaincu, c'est que les rues très fréquentées par les automobiles, comme celles de Paris et de sa banlieue, doivent être soit goudronnées, westrumitées, soit pulvérantées, odocréolées, injectolinées, etc. Il n'y a pas non plus à rechercher des économies sur le lavage et sur le balayage d'une rue goudronnée.

Alors, en dehors des considérations hygiéniques, quelle économie peut inciter l'administration chargée de l'entretien d'une rue à faire la dépense du goudronnage?

C'est l'économie notable réalisée sur l'usure des matériaux.

Ce qui a été dit sur l'état de la route, au moment où on jette sur la chaussée le manteau imperméable, prouve qu'ainsi revêtue la chaussée doit moins s'user. Dans quelle proportion s'usera-t-elle moins? Tout en cherchant à ne pas dépasser la mesure qui convient en pareille matière, on peut dire que la durée du rechargement, dans une rue très fréquentée, est augmentée d'environ un tiers, par un goudronnage fait au moment opportun.

S'il faut d'ordinaire trois ans entre deux rechargements dans une rue très fréquentée, comme à Paris, on pourra les espacer de quatre ans après goudronnage.

M. Girardeau, à Luçon, parle même d'une augmentation de durée de moitié.

A Paris, d'après les renseignements fournis par les Ingénieurs du service municipal, avec les matériaux qu'on doit faire venir de très loin, et où la main-d'œuvre est chère, un rechargement coûte environ 3 f le mètre carré.

Si, au lieu de trois ans, il peut durer quatre ans, l'économie correspondante est de 1 f pour quatre ans, ou 0,25 f par an. En prenant les chiffres donnés par M. Baratte, le goudronnage coûte au maximum 0,25 f le mètre carré.

La dépense du goudronnage, même en admettant qu'il faille le renouveler tous les ans et que chaque fois il soit nécessaire de faire la même dépense, est compensée par l'économie de matériaux et de main-d'œuvre.

Dans les expériences faites en 1904 à l'avenue de la Tourelle, à Saint-Mandé, M. Dreyfus a reconnu que le second goudronnage ne coûte pas aussi cher que le premier.

M. Heude, l'Ingénieur en Chef de Seine-et-Marne, a donc raison de dire que le goudronnage permet de réaliser une économie dans les traverses fréquentées des villes. Cette conclusion ne s'applique pas aux routes en rase campagne.

Mais, du moment où, dans une ville, il y a une circulation de cinq cents à six cents colliers, il y a obligation pour l'administration municipale de goudronner toutes les chaussées empierrées, pour empêcher les bandages pneumatiques des voitures automobiles de déchausser les matériaux, pour permettre le balayage et le lavage économiques, car l'économie sur la dépense des matériaux compensera les frais de goudronnage.

Indépendamment des moyens signalés ci-dessus pour combattre et empêcher la poussière, M. Butner, de Munich, préconise un produit appelé asphaltine (mélange de schiste avec l'asphalte). Ce produit a été employé comme agglutinant de la poussière dans la rue qui passait devant l'Exposition de Dresde; cette rue, ainsi traitée, n'a pas donné de poussière.

Mais M. Butner propose d'employer l'asphaltine, non seulement comme revêtement extérieur, mais aussi comme élément intime de la chaussée, à la place de l'eau, lors de sa confection; on entourerait ainsi, dit-il, les cailloux dans une sorte de mastic de vitrier, où la craie serait remplacée par du sable.

Cette proposition de M. Butner lui est commune avec tous les partisans de l'emploi de la westrumite et autres produits miscibles à l'eau (tous ces partisans prétendent qu'il est avantageux d'introduire ces produits au moment de la confection de la chaussée), seulement, il la pousse à l'extrême; il va, en effet, jusqu'à dire que les pierres mélangées ainsi avec une matière grasse et huileuse ne s'useront plus. Pour le faire comprendre, il invoque l'exemple de la pierre à repasser, qui, si on y frotte le rasoir après l'avoir mouillée, s'use en donnant une pâte, mélange d'acier et de pierre. Si, au contraire, on l'huile, on aura beau user le rasoir, la pierre, selon lui, ne s'usera pas. « Supprimez, dit-il, tout

frottement, en huilant les matériaux, et ceux-ci ne s'useront plus. »

On a quelque peine à comprendre comment une chaussée composée de matériaux enduits de matières huileuses faisant disparaître tout frottement pourra résister à une charge un peu lourde.

Les matériaux de cette chaussée, ainsi rendus mobiles, se déplaceront certainement sous le passage de toutes les voitures. Celles-ci ne produiront peut-être plus de poussière sur une pareille route, probablement par la bonne raison qu'elles ne pourront pas y passer.

L'avenir justifiera, s'il y a lieu, les espérances de M. Butner. En attendant, il faut conserver le mode de construction ordinaire des chaussées empierrées, et employer le goudron ou les produits analogues à la westrumite uniquement à la surface, soit comme manteau imperméable, soit comme moyen d'arrosage.

Le moyen de protection le plus efficace est le goudronnage ; mais, pour réussir, il doit se faire au moment qu'on peut appeler psychologique. Si, pour un concours, ou une course, ou une exposition, on a besoin de se débarrasser de la poussière, seul l'arrosage avec les produits miscibles à l'eau peut donner satisfaction.

LES PORTS ET LE CANAL MARITIME DE BRUGES

PAR

M. L. COISEAU

HISTORIQUE

La ville de Bruges fut, pendant le moyen âge, l'une des plus grandes et des plus riches cités de l'Europe. D'après James Veale, au commencement du XIVe siècle la ville était arrivée à l'apogée de sa splendeur; elle comptait alors 52 gildes et 150000 habitants; Paris en avait 120000 et Londres 40000; 50000 ouvriers y trouvaient du travail. La circulation, à certains moments de la journée, y était si grande, que, pour prévenir les malheurs qui accompagnaient la rentrée et la sortie des ouvriers, le magistrat ordonna de sonner une cloche (werccloke) pour inviter les mères de famille à retirer leurs jeunes enfants des rues.

A cette époque, dit le même auteur, Bruges était le marché où se rendaient les commerçants de tous les pays, dans le but de vendre et d'échanger leurs marchandises; les négociants de dix-sept nations y avaient des comptoirs et des commissionnaires; vingt consuls y avaient leur résidence.

Les navires arrivaient des quatre parties du monde pour échanger leurs cargaisons. Sur les quais l'on voyait se presser les marchands de Hambourg, de Brême, de Cologne, de Lubeck, ceux de Venise, de Gênes, de Sienne, de Pise, de Crémone et d'Asti, qui tous fondèrent à Bruges des établissements pour leur négoce.

Les premières bourses de commerce, les premières Compagnies d'assurances maritimes contre les risques de mer, d'incendies ou de guerre, furent créées à Bruges.

La cité flamande dut cette grande prospérité à sa situation, à son port en communication avec la mer qui, par un de ses bras large et profond — le Zwyn — venait baigner ses quais *(Pl. 93)*.

Elle paraît avoir été bâtie à la limite des terres couvertes par

les marées hautes, au bord d'une crique communiquant avec ce bras de mer et dans laquelle venait déboucher la Sueghe.

En 1180, une inondation ayant menacé la ville, Philippe d'Alsace fit venir des ouvriers pour construire une digue (dam en flamand) un peu en aval de Bruges afin de la protéger. Les cabanes des ouvriers donnèrent naissance à un village qui fut appelé vers la fin du XIIe siècle Dam (digue).

C'était l'avant-port de Bruges avec lequel elle fut mise en communication par un canal. Il était si vaste, disent les historiens, qu'en 1213 Philippe-Auguste vint s'y réfugier avec sa flotte, forte de 1 700 voiles. A la fin du XIIIe siècle, cette rade servit encore de refuge à la flotte de Philippe-le-Bel, qui comptait 1 600 voiles.

En 1456, on vit en un seul jour cent cinquante vaisseaux étrangers entrer dans les bassins de Bruges en passant par les écluses de Lécluse (Sluys en flamand).

Cette situation florissante dura tant que les communications avec la mer furent en bon état. Du jour où la première caravelle talonna dans le Zwyn, la question de Bruges, port de mer, fut posée. Ce fait semble s'être produit vers 1460.

Les autorités communales s'en émurent très sérieusement; cependant ce n'est qu'en 1470 qu'une commission fut nommée pour examiner, avec les techniciens, les moyens à employer pour apporter un remède à un état si menaçant.

Il est on ne peut plus intéressant, pour l'Ingénieur, de suivre les travaux auxquels se sont livrés, sans succès du reste, ces Géometers, Dyckmeisters (les Ingénieurs du temps) pour essayer de maintenir à Bruges ses communications maritimes.

La commission reconnut que la cause de l'ensablement devait être attribuée à l'endiguement de nombreux polders avoisinant le Zwyn entre les villes de Dam et de Sluys et entre les villes d'Oostburg et de Sluys. La mer recouvrait à marée haute ces terrains et faisait passer par le Zwyn une quantité considérable d'eau, aussi bien à marée montante qu'à marée descendante; ces masses déterminaient un courant qui entretenait les profondeurs. Les endiguements limitant de plus en plus la quantité d'eau entrant par le chenal, celui-ci finit par être trop grand, et petit à petit perdit de sa profondeur.

Pour remédier à cet état de choses, divers projets furent proposés, l'un entre autres par le peintre-architecte Lancelot Blondel; il consistait à creuser un canal allant directement à la mer et débouchant entre Blankenberghe et Heyst, c'est-à-dire suivant

le même tracé que celui en exécution aujourd'hui ; il ne fut pas accepté, il était venu trop tôt. La commission s'arrêta au projet d'un canal traversant le polder du Zwartegat, pour mettre la mer en communication avec le Zwyn par le nord-est.

Cet ouvrage ne répondit pas à l'attente des Brugeois, le Zwyn continuait à s'ensabler. Les grands navires abandonnèrent le port de Bruges, la décadence commençait. En 1495 quatre à cinq mille maisons étaient abandonnées. Dans la tenue de la diète de la Hans à Lubeck, en 1507, on décida de transporter le siège de la Hans à Anvers. Après quinze ans d'expérience, une commission décida de refermer cette communication ouverte à si grands frais.

Ce travail fut une œuvre considérable pour cette époque, si l'on songe aux moyens primitifs dont disposaient les Ingénieurs de l'époque.

En même temps que cette fermeture fut décidée, la commission résolut d'en revenir au deuxième moyen proposé par la commission de 1470, c'est-à-dire d'ouvrir un canal depuis le polder Sainte-Catherine jusqu'au postcruce de Coxide ; les membres de la commission faisaient observer que le flux arrivant du Zwyn heurte celui débouchant du Zwartegat, ces deux flots étalent jusqu'au moment de l'ebe, il se forme alors des dépôts de sable et des atterrissements.

Tandis que le flux du Zwyn devançant de une heure et quart celui du polder Sainte-Catherine, la marée est descendue de 5 pieds au Zwyn avant l'heure de la haute marée à Sainte-Catherine, l'eau doit nécessairement suivre cette pente. La différence de temps entre les deux flux amènera une prolongation de deux heures dans la durée du reflux au Zwyn. Cette prolongation sera renforcée par le barrage du Zwartegat où le flux se trouvait retardé.

Ce travail, commencé en 1500, fut terminé assez rapidement, mais l'autorisation de rompre les deux barrages fermant ses extrémités ne fut accordée qu'en 1515.

Encore une fois ce travail ne répondit pas à l'attente, les courants de flot et d'ebe ne furent pas suffisants pour approfondir le Zwyn, son entretien exigeait de grands frais, les tempêtes endommageaient les digues et mettaient en danger les pays qu'elles devaient abriter, et le Zwyn continuait à s'ensabler.

Les Brugeois découragés finirent par abandonner les travaux d'entretien et il n'en est plus question jusqu'à la fin du XVIe siècle.

Il en fut de même du canal direct de Bruges à Lécluse, et des écluses de ce port construites à grands frais en 1558, devenues inutiles par suite de l'ensablement de la passe du Zwyn. Trente ans plus tard, le sas tombait en ruine et était abandonné.

En 1604, la ville de Lécluse est prise par le Prince Maurice de Nassau et annexée à la Hollande.

Dès lors, les sables et les alluvions de l'Escaut envahissent le Zwyn, les ports de Lécluse et de Dam disparaissent et Bruges s'endort.

Elle eut cependant des réveils; en 1622, sous le gouvernement d'Albert et d'Isabelle, on décréta l'ouverture d'un canal de Bruges à Ostende; il fut exécuté, mais l'envasement du port d'Ostende ne permit pas d'en tirer grand parti.

En 1640, on creuse un canal de Bruges à Nieuport et de Nieuport à Dunkerque; cette dernière ville ayant été cédée à la France en 1646, il est fermé au commerce de Bruges.

En 1648, le traité de Munster ferme tous les ports du Nord, il ordonne que : « les rivières de l'Escaut, les canaux du Sas, le » Swyn et autres bouches de mer soient tenus clos du côté des » provinces unies. »

Il ne reste plus que le canal d'Ostende; on fait des dépenses assez considérables pour l'agrandir et l'approfondir, on déplace les écluses de Plaschendaele à Slykens situées plus près de la mer.

Le commerce recommence à devenir prospère avec la constitution de la Compagnie des Indes en 1717, mais les Anglais et les Hollandais, jaloux du succès des Flamands, se hâtèrent d'y mettre des entraves. L'octroi de la Charte accordée à la Compagnie est retiré par l'Empereur d'Autriche. Défense est faite au pays bas Autrichien de faire aucun commerce avec les Indes.

En 1810, Napoléon ordonne la construction d'un canal de Bruges à Lécluse par Dam pour servir à l'écoulement des eaux et aux relations commerciales du pays; ce canal devait être prolongé jusqu'à Breskens sur la rive gauche de l'Escaut; les travaux furent conduits avec lenteur et ce ne fut qu'en 1818 qu'il put être ouvert jusqu'à Lécluse.

Le roi Guillaume de Hollande reprit en 1829 l'idée de Napoléon et résolut de pousser le canal jusqu'à Breskens. La Révolution de 1830 survint, Bruges vit encore une fois ses espérances s'enfuir et dut attendre des temps meilleurs pour la réalisation de ses projets.

Nous arrivons à 1865. A cette époque, M. le baron de Maere Limnander, ancien échevin de travaux publics de la ville de Gand, membre de la Chambre des Représentants, propose la construction d'un canal direct de Gand à la mer, passant par Bruges, dans le but de rendre la navigation qui se faisait par le canal de Terneuren indépendante du gouvernement hollandais. Il renonce à son projet dès que les conventions conclues avec la Hollande assurent la navigation sur ce canal. Mais il se retourne vers Bruges et propose, en 1877, la construction d'un port à Bruges ayant accès à la mer par un canal maritime débouchant dans un avant-port situé entre Blankenberghe et Heyst.

Ce projet est fortement appuyé par les Brugeois, il est soumis à une commission spéciale nommée par arrêté ministériel du 10 octobre 1878.

L'examen s'est porté tout particulièrement sur le port à la mer, et ne fut pas favorable au projet.

Ce projet, copié sur celui du port d'Ymuiden, fut reconnu inacceptable à cause des dépenses d'entretien que nécessiteraient les dragages.

En se séparant, après quatre ans de travaux, pendant lesquels des matériaux de la plus grande valeur pour l'étude du port leur furent soumis, les membres de cette commission émirent le vœu de voir étudier, par les soins du gouvernement, l'établissement, dans les meilleures conditions, d'une nouvelle voie d'accès à la mer en ce point du littoral.

La ville de Bruges ne se tint pas pour battue, elle fit examiner le projet par une commission internationale composée d'Ingénieurs de grande réputation.

Les conclusions de cette deuxième commission furent moins défavorables que celles de la première, la construction du port et son entretien à des conditions raisonnables lui parurent possible.

En 1885 il semble que la question va faire un grand pas, une Compagnie anglaise demande la concession du port, elle s'engage à exécuter le projet de Maere et à exploiter le port moyennant une garantie d'intérêt de l'État de 2 0/0.

Les capitaux promis par cette Société faisant défaut, le ministre d'alors, M. Bernaert, chef du Cabinet, après avoir renoncé à traiter avec elle, déclare à la Chambre des Représentants que le nouveau port devra être créé aux frais de l'État, avec le concours de la Ville et de la Province.

Les idées continuent à faire leur chemin et la question n'est réellement posée dans le sens de la réalisation du port actuel que le 25 mars 1890, par un membre de la Chambre des Représentants, M. le Comte de Smet de Naeyer, ministre actuel des Finances et des Travaux Publics.

« Il me reste à examiner, disait M. Smet de Naeyer, si, en dehors des intérêts brugéois, il existe d'autres considérations qui pourraient justifier la création d'un nouveau port sur la côte.

» Cet examen doit être fait au point de vue des intérêts généraux du pays.

» Il n'est pas impossible qu'avant peu les nécessités de la concurrence empêcheront les grands transatlantiques de remonter vers les ports intérieurs pour leurs opérations d'escale, et dans ce cas il serait incontestablement utile de posséder sur la côte un port de premier ordre admirablement outillé. Dans cette hypothèse, Heyst pourrait rendre au pays des services considérables qui justifieraient la création d'un nouveau port à la côte.

» Et que l'on attribue point à l'hypothèse que j'examine en ce moment un caractère plus ou moins chimérique : ces questions sont mieux étudiées en France que chez nous ; on ne les traite pas seulement en séance publique, avec la préoccupation visible de complaire à tel ou tel groupe d'électeurs ; mais elles sont examinées de près et d'une manière très approfondie, en commissions, par les membres les plus compétents de la Chambre, auxquels on ne refuse aucun moyen de s'éclairer.

» Les rapports de ces commissions sont souvent remarquables.

» Permettez-moi de vous donner lecture de quelques extraits d'un rapport fait au nom de la commission des ports maritimes et des voies navigables, chargée d'examiner le projet de la loi ayant pour objet l'amélioration du port du Havre et de la basse Seine.

» Voici, d'abord, un passage emprunté aux considérations générales :

« De l'importance des capitaux qui représentent le matériel
» naval et les ports, résulte l'obligation stricte de réduire au
» minimum le temps des différentes opérations correspondant à
» l'entrée et à la sortie, à l'accostage et au démarrage du navire
» ainsi qu'au chargement et au déchargement de sa cargai-
» son. De là le développement caractéristique non seulement des
» bassins, mais encore des quais et des appontements spéciaux
» rendus accessibles, à toute heure de marée, aux navires de

» tout tirant d'eau, aux navires, notamment, qui font le service
» de la poste, des messageries et des escales. Ces navires doi-
» vent pouvoir, en effet, autant que possible, sans franchir d'é-
» cluse et sans perdre de temps, déposer ou embarquer voya-
» geurs, lettres et colis, ou compléter un chargement, puis
» reprendre leur route, dont ils seront à peine déviés. »

» Parmi les conclusions de ce rapport, je relève notamment le 7° :

« Création de môles accostables à toute heure de marée aux
» navires du plus fort tirant d'eau, c'est-à-dire de 8 m, faisant le
» service d'escale. »

» Et le 9° :

« Réserve des emplacements nécessaires au développement
» ultérieur des môles d'accostage facile, direct et constant. »

» Ainsi donc, au Havre, on entrevoit que le moment est venu de ne plus assujettir les transatlantiques au passage d'une écluse et l'on voudrait, chez nous, non seulement leur faire franchir l'écluse de Heyst, mais leur faire parcourir, en outre, 11 km de canal pour s'amarrer dans les bassins de Bruges.

» L'utilité du port de Heyst, Messieurs, réside à Heyst même et non à Bruges : c'est la qualité du port d'escale que possèdera ou ne possèdera pas le port de Heyst qui en démontrera, à mes yeux, toute l'importance ou qui en proclamera l'inutilité.

» Je reconnais d'ailleurs volontiers que, si l'on se décide à créer un port à Heyst dans les conditions que je viens de signaler, il serait rationnel de relier Bruges à Heyst plutôt qu'à Ostende.

» Voilà, selon moi, les véritables termes du problème. »

Le 8 mai 1890, M. de Bruyn, ministre des Travaux Publics, expose la question devant le Sénat, et voici comment il s'exprime :

« S'il est de nécessité première de construire, dans tous les pays maritimes, des ports pour le trafic en général, des ports de petite et de moyenne vitesse, il est une catégorie de ports dont la destination est toute différente et dont l'utilité se révèle chaque jour plus pressante à mesure que les transports deviennent plus rapides et la vitesse plus précieuse à acquérir; je veux parler des ports d'escale, des ports d'émigrants, de marchandises de prix et de produits alimentaires à transports immédiats.

» Les premiers ports dont j'ai parlé sont, d'une manière plus spéciale, les ports des voiliers et des cargo-boats de toutes di-

mensions; les seconds sont plus particulièrement disposés et appropriés pour les lignes de vitesse, les lignes postales, les paquebots, les transatlantiques et les longs courriers. Ils sont outillés au point de vue de la vitesse, ils ont des quais en eau profonde, armés de toutes les installations spéciales et de tous les engins nécessaires pour l'embarquement et le débarquement sur les quais; ils doivent être d'un accostage facile et rapide, ils doivent se trouver le plus près possible de la mer et, conséquemment, à l'inverse des premiers ports, être placés le moins avant possible à l'intérieur des terres.

» La théorie que je viens d'indiquer est d'application générale, et nous sommes tenus, à peine d'infériorité, de l'adopter en Belgique. Nous sommes tenus de consacrer une partie des dépenses nouvelles à la vitesse; nous devons considérer Anvers et Gand comme nos grands ports de marchandises générales; aussi rien ne sera négligé pour maintenir les installations du port d'Anvers au plus haut degré de perfectionnement...

» Mais là ne saurait se borner notre tâche, nous avons encore à pourvoir, au point de vue maritime, aux nécessités des lignes de vitesse, des lignes postales, des voyageurs et des marchandises de luxe. Sous ce rapport, et pour desservir cette clientèle, qui est d'un haut prix, les deux ports les mieux situés sont Ostende et Bruges.

» Ostende est admirablement approprié pour le transit des voyageurs et pour le service postal entre l'Angleterre et le continent, mais il est absolument dépourvu, jusqu'à présent, de quais en eau profonde, permettant la création de services réguliers pour le transport des marchandises rapides et des produits alimentaires sujets à prompte altération.

» Bruges,... avec son port d'entrée en eau profonde, accessible aux navires de 7 et 8 m de calaison, est tout indiqué comme port de vitesse, comme port d'escale et comme tête de ligne pour les marchandises de transit, pour tout le trafic qui s'opère à date fixe, régulière, comme aussi pour devenir le point de départ de nombreux services avec l'Angleterre. »

Et plus loin, M. le Ministre des Travaux Publics rappelle que la France comme l'Allemagne ont leurs ports de marchandises générales : Rouen, Dunkerque, Brême, Hambourg: qu'on a outillé récemment et qu'on crée des ports de transports rapides : Calais, Boulogne, le Havre, Saint-Nazaire, Bremerhaven et Cuxhaven.

Et comme conclusion :

« Vous voyez, Messieurs, que nous ne faisons et ne voulons faire autre chose en Belgique, que de suivre l'exemple de l'étranger et de profiter des enseignements de l'expérience et des grands exemples qu'on nous donne. »

La question du port d'escale était ainsi nettement posée. Comme le disent MM. Nyssens et Zone dans leur ouvrage intitulé : *Le Port de vitesse de Heyst*, elle modifiait profondément les conceptions de travaux qui avaient pu voir le jour jusque-là. Il ne pouvait plus s'agir d'exécuter l'enceinte de Maere, pas plus que les estacades de M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Demey. Le problème n'était plus de faire une entrée pour le canal maritime de Bruges, mais au contraire de créer à la mer, dans les conditions requises pour la navigation rapide, des installations d'escales.

Le 25 mars 1891, une commission mixte fut nommée par le Gouvernement avec mission d'élaborer un programme de concours pour l'établissement d'un port de mer à Bruges par Heyst.

Faisaient partie de cette commission :

MM. le comte Visart de Bocarnie, membre de la Chambre des représentants et bourgmestre de Bruges, Président; le baron Béthune; Bovie, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; Declercq, membre de la Chambre des représentants, échevin de la ville ; baron de Crombrughe ; de Raeve, Inspecteur général des Ponts et Chaussées; Dufourny, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; Piens, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées; Serweytens; Van Caillie, Vanden Abeele, Vierendeel Ingénieur en chef de la province, et Nyssens Hart, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Secrétaire.

Le 20 septembre 1891 le *Moniteur Officiel* annonce, dans les termes suivants, que ce concours est ouvert.

Concours pour l'établissement d'un port de mer à Bruges par Heyst.

La Commission mixte instituée par le ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux Publics, en vue d'élaborerle programme des installations d'un port maritime à Bruges, a arrêté les programmes, clauses et conditions suivants d'un concours public, en vue de la concession, par voie de péages et pour une

durée de soixante-quinze ans, des travaux que comportent l'établissement de ce port, son entretien et son exploitation.

Ces documents ont été approuvés par le ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux Publics, le 28 août 1891.

Programme.

I. Un port à Bruges, situé à proximité du bassin actuel et immédiatement au delà du canal de Bruges à Ostende. Ce port sera susceptible, dès le principe, d'une capacité minima de trafic maritime total de 1 million de tonnes de poids par année. Il comportera les longueurs de quais, les surfaces de terre-plein, de hangars, d'entrepôts, les voies ferrées, les voies charretières, les appareils de chargement et de déchargement, en un mot, l'outillage complet, cales sèches comprises, pour desservir un pareil trafic.

Les installations doivent être susceptibles d'extensions à mesure des besoins; les terrains qu'elles exigeront devront être acquis dès le début de l'entreprise.

II. Un canal maritime de 8 m de mouillage au minimum, aussi direct que possible, alimenté par l'eau de la mer, reliant Bruges à l'avant-port de Heyst et satisfaisant à toutes les conditions requises pour la grande et rapide navigation. La flottaison sera établie à la cote (+ 3,50 m) du zéro d'Ostende.

III. L'établissement d'un avant-port à Heyst, permettant, en tout état de marée, la flottaison des navires calant 8 m. Cet avant-port comportera, dès le principe, en accostage direct, un développement de quais de 1 000 m, avec les surfaces et l'outillage nécessaires pour desservir le trafic des steamers et des escales.

Les plans devront indiquer comment les installations maritimes de Heyst pourront être étendues en cas d'accroissement du trafic.

Le busc amont de la grande écluse maritime sera descendu au moins à 9 m en dessous de la flottaison du canal.

Les écluses maritimes seront en rapport avec les dimensions du canal et avec les besoins de la navigation.

IV. Les détournements de voies de communications existantes et des voies d'écoulement rencontrées par la nouvelle artère maritime à créer (laconstruction de siphon sur le canal ne sera pas admise), le raccordement entre cette artère et le canal de Bruges à Ostende par une écluse semi-maritime qui soit en rapport avec

les dimensions actuelles de ce dernier canal. Enfin, le déplacement à Bruges du chemin de fer de Bruges à Blankenberghe et le raccordement des installations maritimes avec la ville de Bruges.

V. Les frais généralement quelconques d'entretien, d'exploitation et de personnel de la nouvelle voie maritime.

Le concessionnaire devra indiquer les endroits où il déversera les déblais qu'il se propose de porter en mer. Les déversements devront se faire au moins au delà de la passe de Wielingen.

VI. Le concessionnaire devra tolérer, sans indemnité ni taxe spéciale, l'établissement de tout embranchement qui prendrait son origine dans le canal, entre les écluses maritimes de Bruges.

VII. La durée de la concession ne peut excéder soixante-quinze ans.

Les soumissionnaires ont jusqu'au 28 mars 1892 pour préparer leurs projets et leurs soumissions.

A l'ouverture, le 31 mars, il n'y en eut que deux.

La commission mixte se mit en devoir de les examiner et après bien des discussions, des enquêtes, des avis des Ingénieurs et marins étrangers compétents, la commission choisit le dispositif que nous avons présenté, M. Jean Cousin notre Collègue et moi.

Le 1er juin 1894, nous signons avec le Gouvernement et la ville de Bruges une convention par laquelle nous nous engageons à exécuter les travaux à forfait absolu moyennant la somme de 38 969 075 f, dont 26 810 629 f représentant le coût des travaux du port à la côte sont à fournir par l'État; 5 258 446 f, y compris la subvention de 2 000 000 f accordée par la province de la Flandre occidentale, sont à fournir par la Ville.

Enfin 6 900 000 f sont à fournir par une Société Anonyme que nous avions à former avec la Ville et à laquelle la concession serait tranférée pour l'exploitation des ports et du canal pendant soixante-quinze ans.

La convention ne fut acceptée et les fonds pour l'exécution ne furent votés par la Chambre des Représentants que le 23 août 1895, par le Sénat le 11 septembre et enfin passée en force de loi le 18 septembre de la même année, c'est-à-dire trois ans et demi après l'ouverture des soumissions.

Les adversaires du projet parvinrent à en retarder l'acceptation pendant tout ce temps : Anversois, Ostendais mirent tout en branle pour empêcher le vote; les Brugeois eurent plus d'une fois, malgré leur ténacité, des heures de découragement.

Aussi avec quelle joie fut accueillie la nouvelle du vote par les Chambres; ceux qui ont vu Bruges les 28 et 29 septembre 1895 avec toutes ses maisons pavoisées, ses rues remplies de visiteurs, ses cortèges promenant les drapeaux, bannières et étendards de la vieille cité, les musiques jouant les vieux airs patriotiques, sa grande place superbement illuminée d'un soleil de victoire et, dominant cette scène, le majestueux beffroi semant les notes graves de son carillon, ceux-là ont pu voir que Bruges était bien réveillée.

La Compagnie des installations maritimes de Bruges a été constituée à Bruges le 25 novembre 1895 au capital de 9 000 000 f, dont 4 5000 000 f ont été souscrits par la ville de Bruges, 3 500 000 f par l'Entreprise et 1 000 000 f par des Sociétés et des particuliers de Bruges; elle est déclarée concessionnaire des ports et du canal maritime de Bruges le 10 janvier 1896.

Son premier Conseil est composé comme suit :

Président : M. Van Nienvenhuyse, Président de la Chambre du Commerce de Bruges, remplacé depuis sa mort par M. Janssen.

Administrateurs : MM. Balser, banquier à Bruxelles; Camille Janssen, ancien Gouverneur général du Congo, actuellement Président; Kumps, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, remplacé depuis sa mort par M. Focquet.

Administrateurs nommés par la Ville : MM. Strubbe Jos, membre du Comptoir d'Escompte de la Banque Nationale à Bruges; Nyssens Hart, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur délégué.

DESCRIPTION DU PROJET.

Les travaux, qui s'élevaient à l'origine à la somme de 38 969 875 f, ont été portés, par des augmentations successives, à la somme de 55 300 179,50 f; le projet se présente comme suit :

1° Un port à Bruges, situé entre le canal de Lisseveghe et la route de l'Écluse, à environ 175 m au nord du canal de Bruges à Ostende. L'axe de ce port est situé à 135 m à l'ouest de l'axe du pont du chemin de fer de Bruges à Heyst;

2° Un canal maritime reliant le canal de Bruges au port de Zeebrugge. Le canal est tracé en ligne droite, son axe se confond avec celui du port de Bruges;

3° Un port à Zeebrugge, comprenant :

a Un port extérieur, constitué par une jetée couvrant l'entrée du canal maritime, et abritant une rade, des quais et installations extérieures;

b Une écluse maritime précédée d'un chenal donnant accès à la mer. L'écluse et le chenal ont leur axe dans le prolongement de celui du canal;

c Un port intérieur avec appontements. *(Pl. 94).*

A ces ouvrages sont venus se greffer :

1° Sur la rive est du chenal d'accès, un bassin d'échouage pour les pêcheurs, dont les plans et devis ont été établis par les Ingénieurs des Ponts et Chaussées;

2° Sur la rive est du bassin intérieur, un bassin sanitaire et de virage des navires;

3° Sur la rive ouest du même bassin, une darse de 500 m de longueur;

4° De l'extrémité de la jetée à la rencontre de la passe des Vielingen, une passe d'environ 2 500 m de longueur, dont les produits servent à constituer :

Les remblais pour l'établissement des voies de chemin de fer et la gare maritime;

Le remblai sur lequel sera construit le boulevard reliant Blankenberghe à Heyst.

La longueur totale des travaux, depuis le canal d'Ostende jusqu'à l'extrémité du chenal d'accès, est de 12 750 m.

Port de Bruges *(Pl. 95, fig. 1 à 7).*

Le nouveau port comprend des bassins mis en communication avec le canal de Bruges à Ostende par une écluse semi-maritime, et des terre-pleins avec les grues, hangars, magasins et constructions nécessaires à l'exploitation du port.

Les bassins sont au nombre de trois : le bassin de l'ouest, le bassin de l'est, et le bassin du nord ou d'évolution, formé par la réunion des deux premiers.

Les bassins de l'est et de l'ouest sont séparés par un môle de 120 m de largeur, terminé par un mur tracé obliquement.

Le bassin de l'ouest a 550 m de longueur, depuis le fond sud jusqu'au raccordement avec le bassin d'évolution; sa largeur est de 63 m au plafond, de 90 m à la ligne d'eau, et de 100,60 m en crêtes; il a ses talus protégés par des perrés.

Le bassin est a 320 m de longueur, depuis le fond sud jusqu'au raccordement avec le bassin d'évolution, et 90 m de largeur entre crêtes des quais. Il est bordé de murs de quai en maçonnerie avec tablette en pierre de taille, dont la face supérieure est à la cote (+ 6,15 m), niveau général des terre-pleins; ces murs sont en maçonnerie de briques, avec parement en moellons piqués, et d'un profil capable de supporter une surcharge sur les terre-pleins de 6 000 kg par mètre carré.

Une galerie est ménagée dans le mur, pour la pose des diverses canalisations : eau, gaz, électricité, et pour l'écoulement des eaux de pluie.

Des montants d'accostage et des bornes d'amarrage en fonte sont placés tous les 15 m.

L'extrémité du môle, ainsi qu'un retour de 92 m sur le bassin ouest, sont bordés par un mur de quai semblable à celui du bassin est.

Le bassin nord a 300 m de largeur et 220 m de longueur moyenne, y compris l'étendue du raccordement de ce bassin avec la section normale du canal; les rives nord sont bordées de talus revêtus de perrés se raccordant avec ceux du canal.

Le plan d'eau est à la cote (+ 3,50 m), le plafond est à (— 4,50 m) pour le bassin est et le bassin d'évolution, et à (— 3,00 m) pour le bassin ouest.

Écluse.

L'écluse mettant en communication le bassin ouest et le canal de Bruges à Ostende a une longueur totale de 172 m, dont 97,40 m pour le sas; l'ouverture de l'écluse est de 12 m, son tirant d'eau de 4 m.

Le dessus des buscs est, à l'amont, à (— 0,55 m); à l'aval, à (— 1,25 m). Le radier et les fondations sont en béton; les bajoyers en maçonnerie de briques, avec parements en petit granit.

Il y a quatre paires de portes en acier.

Sur les têtes, il y a deux ponts tournants en acier, d'une largeur totale de 8,50 m, y compris deux trottoirs de 1 m. L'un d'eux porte deux voies ferrées, l'autre une chaussée à voitures.

Les manœuvres de sassement se font par des aqueducs ménagés dans les bajoyers, ainsi que par les ventelles des portes.

Un conduit métallique, passant sous le radier de la tête nord, relie au moyen de deux puits verticaux les deux rives de l'écluse, pour le passage des canalisations diverses.

Une gare de virement est ménagée dans le canal d'Ostende, pour faciliter l'entrée et la sortie des bateaux.

Constructions.

Les diverses constructions sont les suivantes :

Un bâtiment pour le service du port;

Un bâtiment pour le service de la Douane;

Un bâtiment pour l'éclairage électrique;

Une maison éclusière;

Deux hangars sur les deux rives du bassin est, l'un sur la rive est, de 150 m × 30 m, l'autre sur la rive ouest, de 130 m × 30 m, avec un étage.

Outillage.

L'outillage du port comporte six grues à vapeur, d'une puissance de 1 500 kg, et d'un rayon de 10 m.

L'éclairage est assuré par des lampes à arc et à incandescence.

Voies ferrées.

L'établissement des bassins a obligé à déplacer le chemin de fer de Bruges à Blankenberghe, et à construire un nouveau pont

tournant à deux voies sur le canal d'Ostende, pour lui donner passage.

Ce pont, qui laisse une passe libre de 12 m pour la navigation, est établi sur deux piles fondées à l'air comprimé; les deux culées et les voûtes qui les réunissent aux piles ont été construites à sec.

Le tablier mobile en acier, de 26,08 m de longueur totale, se compose de deux poutres principales, écartées de 6,90 m d'axe en axe, réunies par les pièces du pont, qui supportent les longerons sous rails. Le pont, ne servant qu'au passage du chemin de fer, ne comporte ni trottoirs, ni garde-corps; le plancher est formé de tôles striées reposant sur les traverses des voies.

Les mécanismes de rotation et de calage se manœuvrent à bras d'hommes; ce dernier se compose de deux couples de coins de calage, les uns placés à l'arrière de la culasse, les autres en avant du pivot, près du bord de la plate-forme d'appui; à l'extrémité de la volée, des sabots fixes donnent appui aux extrémités des poutres. On commence à forcer les coins en avant du pivot, puis la manœuvre des coins de culasse fait pivoter l'ensemble autour des premiers pour faire porter la volée sur ses appuis fixes. Le mouvement des coins de volée est conjugué avec celui qui manœuvre les verrous d'enclanchement des rails du tablier avec ceux des voies en dehors du pont, à ses extrémités.

Canal maritime.

Le canal maritime a une longueur de 10 km, comptée de l'extrémité nord du port de Bruges, jusqu'à l'extrémité sud du port intérieur *(Pl. 96, fig. 1)*.

Son profil est le suivant : 22 m de largeur au plafond, 70 m à la flottaison, 80,60 m entre crêtes et 8 m de profondeur d'eau, pouvant être portée à 8,50 m; il est alimenté par l'eau de mer; les talus ont 3 de base pour 1 de hauteur, depuis le plafond jusqu'à 1,50 m en contrebas de la flottaison; à ce niveau règne une berme de 1,50 m de largeur, et, depuis cette berme jusqu'à la crête, ils ont 2 de base pour 1 de hauteur. Des chemins de halage de 10 m de largeur sont ménagés de chaque côté; les terres provenant du canal sont déposées au delà, sur les terrains acquis à cet effet.

Les talus sont protégés contre les érosions que pourraient produire les passages des navires, par des perrés de 0,30 m d'épais-

seur, reposant sur un corroi d'argile, depuis la berme jusqu'à 1,50 m au-dessus de la flottaison; ces perrés s'appuient sur une file de planches fixées à des pieux de 1,50 m de longueur, battus tous les mètres; la partie supérieure du talus est recouverte de terre ensemencée d'herbes.

Un pont tournant *(Pl. 96, fig. 2 à 5)* pour route, situé à peu près vers le milieu du canal, établit la communication entre les deux rives. Le canal coupe les trois chaussées pavées de Dudzèele à la routede Bruges à Blankenberghe, de Dudzèele à Lisseweghe, et de Lisseweghe aux écluses de Heyst.

Cette dernière route a été détournée le long de la rive gauche du canal jusqu'à l'écluse maritime, qu'elle franchit sur la tête aval; la route de Dudzèele à Lisseweghe a également été déplacée sur la rive gauche, jusqu'à sa jonction avec la chaussée de Dudzèele; celle-ci seule traverse le canal sur le pont tournant.

Trois ponts établissent donc les communications entre les deux rives du canal. Le pont situé sur la tête amont de l'écluse de communication entre le canal d'Ostende et les bassins de Bruges. Le pont de Dudzèele et le pont situé sur la tête aval de l'écluse maritime de Zeebrugge.

Un bac de passage d'eau étudié par l'Administration des Ponts et Chaussées, construit entre le pont de Dudzèele et l'écluse maritime, établit sur le canal une seconde communication entre les deux rives, au droit du village de Lisseweghe.

Port de Zeebrugge *(Pl. 97, fig. 1)*.

Situation hydrographique.

La commission nommée en 1878 pour l'examen du projet de Maere, et celle nommée en 1891 pour l'élaboration du programme de concours pour la construction des ports, ont rassemblé une quantité de documents sur la situation de la côte entre Blankenberghe et Heyst.

De ces documents, nous avons extrait les renseignements suivants :

L'amplitude des marées moyennes de vive eau est, aux écluses des canaux de Selzaete et de la dérivation de la Lys, de 4,48 m; le niveau moyen des hautes mers de morte eau, de 3,58 m; celui des basses mers de morte eau, de 0,80 m au-dessus du niveau

des basses mers de vive eau, considéré comme zéro du plan de comparaison.

La vitesse des courants atteint, en temps calme, pour le flot, 1,10 m à 1,30 m; pour le jusant, 0,85 à 1,10 m. En morte eau, pour le flot, de 0,60 m à 0,75 m; pour le jusant, 0,45 m à 0,60 m par seconde.

Les courants de flot et de jusant ont un mouvement giratoire inverse; celui de flot atteint sa plus grande vitesse vers l'heure de la haute mer au rivage, et se dirige du côté de l'est; celui de jusant atteint sa plus grande vitesse vers l'heure de la basse mer au rivage, et se dirige vers l'ouest. La durée du courant de jusant est supérieure de une heure à une heure et demie à celle du flot.

Les vents régnants sont ceux du sud au nord, en passant par l'ouest. Les vents de tempêtes sont ceux de l'ouest à nord-ouest. Les vents du nord au sud, en passant par l'est, sont en général modérés.

Dans une note technique sur le port de Heyst, MM. Bovie, Ingénieur en chef, Dufourmy, Ingénieur principal, et Nyssens Hart, Ingénieur des Ponts et Chaussées, s'expriment comme suit :

« Les fonds sous-marins ne présentent plus, entre Blankenberghe et Heyst, les variations et les ondulations très importantes que l'on constate dans la direction de Dunkerque *(fig. 1)*.

» Les courants maritimes pénétrant dans la mer du Nord par la passe étroite du Pas-de-Calais, ont raviné les fonds sableux de la mer, et les ont étirés en longs bancs, d'abord parallèles, puis divergents, en s'espaçant à mesure que croissait la largeur du bras de mer.

» Le West Hinder, l'Oost Hinder, et le Bligh Bank sont les derniers appartenant à cette formation; ils s'étendent à 30 milles de la côte.

» Parallèlement à celle-ci, et à 1 mille environ, s'étendent les profondeurs de la passe de Wielingen, qui constituent l'accès de l'Escaut et la route des navires en destination des ports de ce fleuve.

» Les « Wielingen » sont séparés de la côte par un relèvement « Het Zand » qui s'étend aussi parallèlement à la côte, et dont le point le plus haut, vers Blankenberghe, a plus de 5 m d'eau à marée basse de vives eaux ordinaires.

» Plus près de la côte, une fosse nouvelle existe, qui s'étend longitudinalement, et dont les profondeurs vont croissant de l'ouest

à l'est. Vers Heyst, cette fosse, située à 400 m de la laisse de basse mer, présente des profondeurs de 8 à 9 m à marée basse; elle porte le nom d'Appelzak, et le banc qui la sépare des Wielingen, plus haut et plus raide que le plateau Het Zand, prend le nom de banc de Paardemark.

» A l'ouest du Paardemark, entre celui-ci et le banc du Zand, existe une dépression; dans les hauts fonds, elle présente 6,20 m à marée basse, et relie les profondeurs avoisinant l'Appelzak avec la passe profonde des Wielingen.

» Une étude attentive de cet atterrage s'est imposée dès le



Fig. 1. — Carte de la Manche, du Pas-de-Calais et de la Mer du Nord.

jour où l'on a songé à créer des installations d'un port. Quelle était la nature de ces fonds? Quelle en est la stabilité?

» A ce point de vue, les constatations sont très formelles; l'étude des cartes hydrographiques dressées à la fin du XVIIIe siècle par Beautemps Beaupré, leur comparaison avec des sondages plus modernes, et même avec des études toutes récentes, a permis à la commission de 1878 de constater l'étonnante fixité des fonds sous-marins, et de conclure qu'aucun changement notable n'est à prévoir dans le régime des bancs et des passes de ces pa-

rages maritimes, qui soit de nature à modifier les conditions actuelles de l'accès.

» Les apports de sable, de l'avis de tous les ingénieurs qui ont étudié la question, ne semblent pas devoir être à redouter ».

Il n'en est pas de même de l'envasement. Le fond de la mer, dans ces parages, est composé de sable vasard très ténu; quand il fait un peu de gros temps, ces matières sont soulevées par les vagues, mises en suspension et poussées vers la côte; si elles rencontrent des parties abritées, tranquilles, sans courant, elles se déposent et les envasent. Ainsi, à Ostende, le bassin des pêcheurs, creusé à la cote 0,00 m, s'envase de 0,60 m par an; à Blankenberghe, l'envasement du bassin est de 0,80 m.

C'est en tenant compte de ces données que nous avons dressé le projet de port extérieur.

Il est caractérisé par une jetée courbe de 2487 m de développement, embrassant une rade de 100 ha de superficie; son enracinement est situé à 850 m à l'ouest de l'axe du chenal d'accès à l'écluse maritime, et son musoir est distant de 1 100 m de la laisse de basse mer. Elle abrite un mur de quai de 1 721 m de développement, et le terre-plein de 74 m de largeur compris entre la jetée et la crête du mur de quai, sur lequel sont construits les hangars et posées les voies pour l'exploitation du quai.

Elle protège la rade et le chenal d'accès à l'écluse contre les vents dominants et contre les tempêtes. Depuis l'Ouest jusqu'au Nord, la rade est donc couverte, au Sud, de l'Est à l'Ouest, par la côte, et de l'Ouest au Nord, par la jetée. Seul, le côté Est est ouvert.

Les vents de ce cadran ne produisent jamais de grosses mers sur cette partie de la côte, parce que l'espace que la mer a devant elle est relativement petit, la côte de Hollande étant très près, et que, d'autre part, le banc du Paardemark brise les lames qui viennent de cette direction. L'agitation dans la rade pourra peut-être gêner des bateaux de pêche, mais elle sera incapable de nuire aux grands steamers qui sont appelés à venir accoster au mur de quai.

La jetée est construite suivant quatre types.

Jetée sur l'estran.

La première partie sur l'estran *(Pl. 97, fig. 2 à 5)*, longue de 232 m, est pleine; elle est fondée sur un massif en béton de 10 m de largeur et de 1 m d'épaisseur, limité de chaque côté par une file de pieux et de palplanches; cette fondation suit la pente de l'estran; du côté ouest elle dépasse de 6 m l'aplomb du mur, afin d'empêcher que les lames et le ressac ne viennent en affouiller le pied. Le mur est en maçonnerie de moellons, avec mortier de ciment; son parement ouest a 3 m d'épaisseur, et s'élève jusqu'au niveau de la plate-forme des voies, c'est-à-dire jusqu'à la cote + 7,30 m *(Pl. 97, fig. 4)*.

Cette plate-forme est formée par un remblai de 11 m de largeur retenu par le mur de jetée du côté ouest et se termine par un talus du côté de l'est. Cette plate-forme est protégée par un pavage maçonné et son talus par un perré en moellons parementés de 0,40 m d'épaisseur maçonné en mortier de ciment.

Un mur d'abri et un parapet, faits en béton de ciment au dosage de 235 kg par mètre cube, moulé sur une place et allant de la cote + 7,00 à la cote + 11,80, complètent la protection de la plateforme des voies.

Ce mur a 3 m d'épaisseur, il est allégé intérieurement par des arcades laissant un mur de masque de 1 m d'épaisseur. Le chemin supérieur a 1,80 m de largeur et le parapet 1,20 m de hauteur sur 0,75 m d'épaisseur.

Un mur en retour termine au nord cette partie de la jetée et forme la culée sud de la claire-voie. Il est lui-même protégé contre les lames et les affouillements par un enrochement recouvert d'un perré maçonné formant musoir. Le pied de ce perré est limité par une file de pieux et palplanches avec, à l'avant, une risberme en fascinage et en enrochements *(Pl. 97, fig. 5)*.

Jetée a claire-voie *(Pl. 98)*.

Comme nous l'avons dit plus haut, à la suite des gros temps, les eaux de la mer sont fortement chargées de sables vasards tenus en suspension, qui se déposent dans les endroits tranquilles. Notre but, en construisant cette partie de la jetée à claire-voie, a été de laisser circuler dans la rade les courants de flot et de jusant, afin d'empêcher ces vases de s'y déposer.

La claire-voie n'avait, au projet définitif, que 247,50 m de longueur; par une convention intervenue le 12 juillet 1899, cette longueur fut portée à 400 m.

Des Ingénieurs et marins étrangers de renom, consultés en 1894 par le Gouvernement belge sur la valeur du dispositif du port de Zeebrugge, avaient conseillé de donner à cette partie de la jetée 350 m de longueur. Ils écrivaient à l'appui de leur avis : « Comme il est impossible de déterminer mathématiquement le courant qui passera, nous recommandons cette ouverture et si, dans la pratique, on s'aperçoit qu'elle est trop grande, que la houle avec des vents de l'ouest et du nord rentre avec une trop grande quantité, il sera facile de la diminuer, tandis qu'en la faisant trop étroite au début, le mal serait irrémédiable. »

Après deux années d'expérience, il fut reconnu que l'agitation produite par les vagues était trop forte, elles venaient déferler devant l'entrée du chenal et gênaient considérablement les bateaux entrant et sortant; en conséquence, la longueur de cette claire-voie fut ramenée à 300 m.

Elle a une largeur de 12 m, elle porte des voies de 1,50 m séparées par une entrevoie de 3 m et laisse de chaque côté des voies un passage de 3 m.

Elle est composée de cinquante-neuf palées, espacées de 5 m, de six pieux chacune, dont quatre sous rails et deux de rives. Ces pieux sont en acier, ils sont composés de quatre quadrants rivés les uns aux autres, le diamètre extérieur de l'âme est de 270 mm et celui extérieur aux ailes est de 400 mm; ils ont 15 mm d'épaisseur *(Pl. 98, fig. 1 et 2)*.

Les pieux ont des longueurs de 12 à 17 m, variant avec les fonds dans lesquels ils sont battus, la longueur de fiche est de 4 à 5 m. Ils sont remplis intérieurement par du béton.

Ces pieux sont reliés à leur sommet par des poutres pleines et, à 0,50 au-dessus de zéro, par des fers à I. Ils sont croisillonnés par des tirants.

Les palées sont reliées entre elles à leur sommet par six poutres dont quatre sous rails et deux de rives et, à 0,50 au-dessus de zéro, par des tirants; enfin les travées sont croisillonnées verticalement par des tirants et horizontalement, deux à deux, par des fers plats; des fers à I sont rivés entre les poutres longitudinales et supportent, avec celles transversales, le plancher en chêne qui recouvre l'entrevoie et les deux côtés *(fig. 2)*.

Les traverses des voies sont recouvertes par des grilles en fonte

pour éviter les incendies qui pourraient se produire par la chute des charbons incandescents des foyers de locomotive.

Enfin, un paravent placé sur le côté ouest, allant jusqu'à la cote + 11,80 et composé de montants et tôles en acier, protège les trains et le personnel circulant sur la claire-voie contre les vents et les embruns.

Une passerelle, fixée à l'intérieur et au sommet du paravent, établit la communication entre la jetée sur l'estran et la jetée pleine *(Pl. 98, fig. 3)*.

Un enrochement, répandu sur le sol couvert par la claire-voie



Fig. 2. — Claire-voie.

et sur une certaine zone de chaque côté, le protège contre les affouillements que produiraient les courants qui circulent sous elle. Nous avons constaté des vitesses de 3 m à la seconde.

Cette claire-voie s'appuie, au sud, sur la culée terminant la jetée sur l'estran et, au nord, sur une culée fondée sur caisson à l'aide de l'air comprimé jusqu'à la cote — 8 m. Cette culée a 18 m de longueur moyenne et 5 m de largeur à la base. Elle sert d'amorce à la jetée pleine et au mur de quai.

Jetée pleine.

La jetée pleine est construite suivant le type et avec les méthodes que nous avons fait breveter en 1892, non pour en tirer profit, mais pour nous en conserver la paternité.

La base est composée de très gros éléments; elle est assise à des profondeurs variant de 6 à 8 m, c'est-à-dire à des profondeurs où les lames et le ressac n'attaquent plus les matériaux composant l'assiette de fondation. Les parements sont verticaux.

Enparlant du port de Bilbao, nous avons donné les raison



Fig. 3. — Vue de la jetée par tempête.

qui nous ont fait adopter ce type de jetée; elles peuvent se résumer ainsi : bon marché, rapidité d'exécution, entretien nul, protection contre les vagues beaucoup plus efficace qu'avec n'importe quelle jetée. Les vagues, en venant la frapper, sont réfléchies et atténuent entre elles leur puissance. Le ressac en gros temps se fait sentir à plus de 1 km de distance *(fig. 3)*.

Elle a un développement total de 1 955 m, y compris le musoir, et est construite suivant deux profils : le premier est appliqué, sur 1 715 m, pour la partie située au droit du terre-plein compris entre elle et le mur de quai; le deuxième, sur 226 m,

pour la partie isolée comprise entre le terre-plein et le musoir.

La première partie est composée, pour la base, de blocs en béton de ciment de Portland à la teneur de 200 kg par mètre cube, ayant 25 m de longueur, 7,50 m de largeur, variant de 7 à 9 m de hauteur, pesant de 3 000 à 4 000 t *(Pl. 98, fig. 4)*.

Ces blocs reposent sur des enrochements immergés pour régler le sol; ils sont placés au bout les uns des autres suivant le sens de la longueur; ils émergent à marée basse de 1 m.

Au-dessus de cette fondation et jusqu'au niveau du terre-plein règne un mur de 5 m d'épaisseur; il a 6,30 m de hauteur, est composé de blocs de 55 t en béton de ciment Portland à la teneur de 235 kg par mètre cube.

Un mur d'abri de 3 m d'épaisseur, 4,80 m de hauteur, construit avec des blocs de béton de 10 t, est élevé au-dessus du mur retenant le terre-plein; il est couronné par un parapet placé extérieurement ayant 1,20 m de hauteur et une épaisseur moyenne de 1 m. Ce mur et ce parapet abritent le terre-plein et les constructions qui sont dessus contre les vagues et les coups de vent.

La crête se trouve, en effet, à la cote + 17,30, c'est-à-dire à 8,80 m au-dessus de marée haute de vive eau. Ce mur d'abri ne tardera pas à être construit et nous pourrons en voir les effets prochainement; nous n'avons aucune crainte à cet égard, car si nous comparons les hauteurs données à ces ouvrages dans d'autres ports, nous voyons que :

A Douvres elle est de.	8,00 m
A Holyhead, de. , ...	8,00
A Portland, de.	8,00
A la jetée de la Tyne, de	7,30
A Aurigny, de	8,00
A Marseille, de.	9,00
A Zeebrugge, de	8,80

Pour ne parler que de Douvres et de Marseille, nous voyons les trains circuler par les plus gros temps sous la protection des murs d'abri.

Sur les 226 m de la partie isolée de la jetée, la base est composée de blocs en béton ayant 25 m de longueur, 9 m d'épaisseur et 9 m de hauteur, pesant environ 4 500 t *(Pl. 98, fig. 5)*.

La base est surmontée, de la cote + 1,00 à la cote + 7,30, d'un mur de 6,50 m d'épaisseur formé de blocs de béton de 55 t.

Au-dessus s'élève un mur d'abri de 3,50 m d'épaisseur et de 4,80 m de hauteur; une galerie de circulation, permettant d'aller à l'abri des embruns du terre-plein au musoir, est ménagée dans son épaisseur.

Ce mur d'abri est couronné par un parapet de 1,20 m de hauteur et de 1 m d'épaisseur moyenne.

La jetée est terminée par un musoir ayant comme base un bloc de béton de 16 m de diamètre et 9 m de hauteur; il est surmonté par un massif circulaire de 14 m de diamètre allant jusqu'à la cote + 7,30. Au-dessus, le mur d'abri et le parapet font suite à ceux de la jetée et contournent le massif inférieur, en laissant une chambre recouverte d'une voûte en béton sur laquelle s'élève le phare signalant l'entrée du port.

Pour l'établissement des profils de la jetée, nous avons recherché quelle pouvait être la puissance des lames sur cette partie des côtes de la mer du Nord. Les renseignements font absolument défaut, ceux que l'on possède et qui sont relatifs à d'autres parages sont loin d'être positifs.

Les Ingénieurs Stevenson et Leferme ont reconnu, à la suite de nombreuses observations, que la force des lames atteignait sur nos côtes en temps de tempête de 3 000 à 4 000 kg par mètre carré; exceptionnellement, au phare de Bellrock, le premier a constaté une pression de lame atteignant 17 000 kg.

Scott Russel dit qu'une vague de 30 pieds (9,15 m) de hauteur peut exercer une pression d'environ 1 t par pied carré de surface, 10 800 kg par mètre carré.

Ce dernier chiffre nous paraît faible, si nous en jugeons par l'expérience que nous avons eue aux travaux du port de Bilbao où un mur d'abri de 4 m d'épaisseur et de 3 m de hauteur fut complètement culbuté dans l'intérieur du port par des vagues de 8 à 9 m de hauteur dont le moment sollicitant était, d'après les données des Ingénieurs que nous venons de citer, inférieur à celui résistant.

Malgré qu'aux dires des marins, corroborés par des observations des Ingénieurs des Ponts et Chaussées, les vagues de tempête n'atteignent pas plus de 4 à 5 m de hauteur, nous avons établi le mur d'abri de façon qu'il puisse résister à une vague exerçant une pression de 12 000 kg par mètre carré. Par gros temps on sent très distinctement les tronçons de 25 m, surmontés de leur superstructure, osciller sur leur base tant qu'ils ne sont pas contrebutés par les remblais.

Mur de quai.

Le mur de quai a aujourd'hui un développement total de 1 721,40 m, y compris les retours, dont 746,50 m fondés à 8 m, 375 m fondés à 9,50 m et 450 m fondés à 11,50 m. Sa crête est tracée parallèlement et à 74 m de distance de celle extérieure de la jetée. L'intervalle compris entre ces deux murs est comblé par des remblais sur lesquels sont établis les voies, magasins et hangars nécessaires à l'exploitation *(Pl. 98, fig. 4)*.

La convention première ne comportait qu'une longueur totale de quai de 1 186,80 m fondés à 8 m.

Au moment de l'examen de notre proposition par la Commission, les plus grands navires transatlantiques calaient à peine 8 m, c'étaient l'*Augusta*, la *Victoria*, la *Touraine*, la *Gascogne*, la *Bourgogne*, l'*Umbria*, l'*Etruria*, le *Furst Bismarck*, etc., etc., et l'on admettait comme peu probable l'augmentation de tirant d'eau.

Cependant quelques années plus tard on construisait de nouveaux navires transatlantiques calant plus de 8 m : le *Kaiser Wilhelm der Grosse* calant 8,50 m ; l'*Oceanic*, construit en 1899, calant plus de 9 m ; le *Deutschland*, en 1900, calant 8,85 m ; le *Kronprinz Wilhem*, également 8,85 m, etc.

Le Gouvernement belge, bien résolu en construisant son port d'escale à lui donner des dimensions capables de recevoir les navires les plus modernes, décida, comme il était encore temps, qu'une partie du quai, 375 m de longueur, serait fondée à 9,50 m sous zéro de façon à donner l'accostage à deux grands navires calant plus de 8 m.

Deux ans s'écoulent à peine qu'apparaissent les colosses de 200 à 225 m de longueur, de 10 à 11 m de tirant d'eau, de 15 000 à 20 000 t de jauge, tels que le *Celtic*, le *Cedric*, etc.

Aussitôt Southampton approfondit son port, de 30 pieds (9,15 m) à 35 pieds (10,68 m), New-York porte ses canaux d'accès à plus de 10 m.

Zeebrugge ne pouvait, sous peine de déchoir même avant d'être achevé, ne pas suivre le mouvement; le Gouvernement décide, en 1903, que 450 m de nouveau mur de quai seront fondés à la cote 11,50 m, profondeur assez grande et qui prévoit l'avenir.

Ce sont les principales raisons qui ont été la cause de l'augmentation des chiffres de la dépense primitivement prévue.

Le ministre qui dirige les Finances et les Travaux publics, M. le comte de Smet de Naeyer, est trop pratique et trop prévoyant pour ne pas faire grand. Les encouragements lui viennent de haut. Aussi n'hésita-t-il pas un instant à présenter à la Chambre de nouvelles demandes de crédit pour faire de Zeebrugge un port d'escale moderne, demandes qui lui furent, du reste, accordées unanimement.

Les murs de quai sont, comme la jetée, composés de gros éléments pour la fondation; les blocs ont, pour ceux fondés à 8 m, 25 m de longueur, 8 m de largeur à la base, 6,25 m au sommet, 8,80 m de hauteur et pèsent 3 500 t (*Pl. 98, fig. 4*).

Ceux fondés à 9,50 m ont 25 m de longueur, 9 m de largeur à la base, 6,95 m au sommet, 10,30 m de hauteur et pèsent 4 600 t.

Ceux fondés à 11,50 m ont 31 m de longueur, 11,50 m de largeur à la base, 9,02 m au sommet, 12,50 m de hauteur et pèsent 9 000 t.

Tous ces blocs émergent de 0,80 m au-dessus de marée basse à zéro.

Au-dessus de cette fondation et jusqu'à la cote 6,95 m, le mur est constitué par des blocs en béton de 55 t. Dans la dernière assise est ménagée une galerie-égout pour l'écoulement des eaux du terre-plein et pour le passage des différentes conduites nécessaires à l'exploitation du port.

Le mur est couronné par une tablette en pierre de taille de 1 m de largeur.

De distance en distance sont placées des bornes d'amarrage, des montants d'accostage et des échelles.

Passe du Zand. — Nous avons dit, en parlant de l'atterrage de Zeebrugge, qu'un haut fond sur lequel il n'y a que 6 m d'eau à marée basse, séparait la grande passe des Wielingen, où les fonds ont 9 à 10 m sous marée basse, des fonds de l'Appelzak auxquels aboutit la rade de Zeebrugge.

Une passe de 9 m de profondeur est en creusement à travers ce haut fond et permettra l'accès du port à toute heure de marée.

CHENAL D'ACCÈS A L'ÉCLUSE (*Pl. 99, fig. 1*).

Le chenal d'accès à l'écluse a une longueur de 750 m, une largeur au plafond de 50 m, 116 m entre crêtes à la cote + 7 m, depuis la face de l'écluse jusqu'à la dune où se termine l'es-

tran. A partir de ce point, il va en s'évasant jusqu'à la laisse des basses mers où il a une largeur de 200 m; sa profondeur est de 6 m sous zéro.

Les talus sont protégés, depuis zéro, où est ménagée une banquette de 1 m de largeur, jusqu'à la crête, par un perré en moellons maçonnés; ce perré s'appuie sur une file de pieux et palplanches. Au-dessous de zéro le talus est protégé par des plates-formes en fascinages lestées.

Le chenal, à la traversée de l'estran, est bordé par deux jetées basses qui s'élèvent parallèlement à l'inclinaison du sol à 1,25 m. Ces jetées sont construites en gros moellons bruts recouverts d'un fort revêtement de 1 m d'épaisseur en moellons maçonnés. Elles sont encoffrées entre deux files de pieux et palplanches, le sommet de celles extérieures suit l'estran et celui des files intérieures s'arrête régulièrement à la cote + 1 *(Pl. 99, fig. 2)*.

Les talus sont protégés par des plates-formes en fascinages lestés de moellons.

Sur ces jetées s'élèvent des estacades en bois dont les fermes encastrées dans les maçonneries sont espacées de 3 m; elles offrent un passage de 1,50 m de largeur à la cote + 7. Les deux pieux dépassent de 1 m et servent de supports à des lisses formant garde-corps.

Ces estacades sont terminées par deux musoirs dont le pied est protégé par des enrochements, leurs plates-formes supportent les feux de port.

Écluse maritime *(Pl. 99)*.

L'écluse maritime de Zeebrugge, située à l'extrémité nord du canal et qui établit la communication entre ce canal et la mer, a 282 m de longueur totale et 256 m de longueur utile, chaque tête a 62 m de longueur, le sas en a 158. La largeur entre les bajoyers des têtes est de 20 m, celle du sas est de 25,50 m au plafond et de 38 m en crête. Les buscs et les radiers sont établis à la cote — 5,50; le niveau de la flottaison du canal étant à la cote + 3,50, la hauteur d'eau dans l'écluse est donc de 9 m, pouvant être portée à 9,50 m au moment des marées hautes de vive eau *(Pl. 99, fig. 3 et 4)*.

Il n'y a que deux portes dont nous donnons la description plus loin, une à l'amont et l'autre à l'aval. Elles sont à un seul vantail et sont roulantes. En s'ouvrant, elles rentrent dans des

chambres ménagées à l'arrière du bajoyer, normalement à l'axe de l'écluse *(Pl. 99, fig. 5 et 6)*.

Une porte de rechange est remisée dans une petite cale de radoub adjacente à la tête amont et à l'ouest de l'écluse où elle peut être visitée, réparée et peinte.

Le terrain sur lequel l'écluse est fondée est du sable, le radier est en béton coulé dans les encoffrements en pieux et palplanches, dont les chapeaux ont été soigneusement enlevés afin de ne pas laisser de passage à l'eau ; il a 3,50 m d'épaisseur sur 21,50 m de largeur au droit de la chambre des portes; cette épaisseur a été déterminée de façon que le poids du béton fasse largement équilibre à la sous-pression; il n'a pas été tenu compte de la résistance à la flexion du béton, qui a cependant une valeur que nous avons trouvée dans les différents essais que nous avons faits, de 8 kg au maximum et jamais moindre de 2 kg par centimètre carré. Sur l'autre partie de la tête, le radier a 1,70 m d'épaisseur ; celui du sas a 0,50 m, c'est simplement un radier de protection pour empêcher les affouillements que pourraient produire les hélices des steamers en marche.

Deux avant-radiers de 8 m de largeur et de 2 m d'épaisseur moyenne, disposés en avant des têtes, complètent les fondations.

Les angles des bajoyers, les feuillures et les buscs, les chemins de roulement des portes ainsi que les tablettes de couronnement, sont en pierres de taille de grand appareil, dites de petit granit, des carrières de l'Ourthe ; les remplissages des parements sont en moellons piqués, les maçonneries intérieures sont en briques. Les mortiers, comme tous ceux employés en dehors des travaux à la mer, sont des mortiers dits de trass bâtard, à la teneur de trois parties de chaux hydraulique éteinte; deux de sable et une de trass.

Ces mortiers, employés en Belgique et en Hollande et aussi dans le nord de la France, dans tous les travaux hydrauliques autres que ceux à la mer, donnent des maçonneries on ne peut plus résistantes. Dans les démolitions d'ouvrages construits avec ces mortiers, nous avons constaté que les plans de rupture passent aussi bien à travers les briques qu'à travers les joints.

Le bajoyer est du sas est un talus recouvert d'un perré maçonné en moellons smillés de 0,40 m d'épaisseur reposant sur un corroi d'argile de 0,60 m d'épaisseur.

Cette disposition a été adoptée pour pouvoir, au cas où serait nécessaire une nouvelle écluse, l'accoler à celle actuelle en

construisant à la place du perré, à l'aide de l'air comprimé, un mur d'une épaisseur suffisante pouvant servir de bajoyer commun aux deux écluses *(fig. 4)*.

Dans chacun des bajoyers des têtes et dans l'épaisseur des murs sont ménagés des aqueducs larrons pour le sassement des navires et aussi pour le nettoyage des radiers des portes. Les vannes sont cylindriques.

Deux ponts tournants *(Pl. 100, fig. 1 à 9)*, placés sur chacune des têtes de l'écluse, établissent les communications entre les deux rives; celui sur la tête amont livre passage au chemin de fer et celui sur la tête aval, à la route; une voie de chemin de fer



Fig. 4. — Écluse, vue de la tête aval avec sa porte.

est placée sur ce dernier pour permettre, au besoin, le passage des trains.

Ces ponts sont manœuvrés électriquement, chacun par un seul moteur commandant, par l'intermédiaire d'embrayages mécaniques, les mouvements d'orientation et de calage.

Le décalage et l'ouverture du pont se font en deux minutes.

Le calage se fait en soulevant la culasse : ce mouvement fait osciller le tablier autour de deux appuis placés vers le milieu jusqu'à ce que l'extrémité de la volée soit bien appuyée; de cette manière, le pivot est complètement libre.

PORTES D'ÉCLUSES *(Pl. 101, fig. 1 à 9).*

Les portes d'écluse sont, en général, composées de deux vantaux, et quand il s'agit d'écluses maritimes sujettes à la marée, il y a par tête d'écluse une porte d'ebbe et une porte de flot, soit quatre vantaux.

Quand l'ouverture de l'écluse est un peu grande, la manœuvre des portes devient difficile; aussitôt qu'il y a de la houle, les vantaux vont et viennent par secousses, les chaines de manœuvre se cassent, et au moment des ouvertures et des fermetures quand les portes n'ont pas de charge, les vantaux frappent l'un sur l'autre par leurs poteaux busqués, les crapaudines et les paliers prennent du jeu, les vantaux donnent du nez et la fermeture se fait mal. La visite, sous l'eau, est très difficile et les réparations encore plus; il faut alors enlever les portes et les remplacer par les rechanges. Ce travail nécessite une préparation assez longue, des installations assez coûteuses et entraine l'immobilisation de l'écluse souvent pour plusieurs semaines.

Nous avons cherché à remédier à tous ces inconvénients et y sommes arrivés en employant des portes à un seul vantail et roulantes.

On a employé depuis longtemps des bateaux-portes à la fermeture des bassins de radoub. Il existe aussi des portes à un vantail unique, à Bristol et à Dundee, aux écluses maritimes du Havre, à Tancarville et en Hollande, mais ce sont des portes tournantes maintenues par des colliers et des pivots qui doivent toujours être doubles, une pour le flot et l'autre d'ebe. A notre connaissance, c'est à Zeebrugge où, pour la première fois, il est fait l'emploi de portes roulantes à un seul vantail servant de portes d'ebe et de flot.

Les portes sont identiques, elles sont en tôle et profilées en acier, la forme est celle d'un caisson de 4,50 m d'épaisseur, 12,70 m de hauteur, présentant en élévation la forme d'un trapèze dont le petit côté a 20,71 m de longueur et le grand côté, en bord supérieur, 24,49 m. Cette forme a été donnée à la porte pour permettre son remplacement par une autre porte en cas d'avarie ou pour son nettoyage. A cet effet, les parements du bajoyer ont été taillés suivant des plans triangulaires depuis les feuillures jusqu'à la rencontre du parement *(Pl. 101, fig. 1 et 2).*

Ce caisson est divisé dans sa hauteur en deux chambres par

une cloison horizontale située, quand la porte est en place, à la cote — 1,05. Cette cloison forme le pont de la chambre inférieure ou de lestage; cette chambre est entretenue étanche, et contient le lest nécessaire pour empêcher le soulèvement de la porte.

La chambre supérieure est disposée pour permettre à l'eau dont les niveaux sont les plus élevés, soit du côté de la mer, soit du côté du canal, d'y circuler librement; par suite, le volume d'eau déplacé par la porte ne varie pas et la charge sur les roues reste constante, il suffit de régler une fois pour toutes le lestage correspondant à la charge que l'on veut faire porter aux roues. Des orifices disposés convenablement dans les deux parois permettent, avec l'ouverture de 11 m sur 0,50 m de hauteur laissée dans le bordé de la face aval à la cote + 4, d'obtenir ces résultats.

La porte repose sur deux paires d'essieux montés sur des roues en acier de 1 m de diamètre roulant sur des rails de 52 kg.

Chaque paire d'essieux est renfermée dans une chambre dans laquelle on a accès par une cheminée-écluse débouchant sur le plancher supérieur; on y pénètre en chassant l'eau à l'aide de l'air comprimé, ce qui permet de surveiller les trains de roues, les boîtes et le chemin de roulement sans arrêter un seul instant les manœuvres de la porte.

Une cheminée centrale met en communication la chambre de lestage avec l'extérieur.

Cinq aqueducs à vannes-papillons de 1 m × 0,70 m sont ménagés dans l'épaisseur de la porte pour aider au sassement en même temps qu'aux chasses de nettoyage des radiers. La visite de ces vannes se fait à l'intérieur et à l'abri de l'eau dans la chambre de lestage.

Le volume déplacé par la chambre étanche est de 418 m³ ou 429 t. La porte a un poids propre de 200 t et le lest est de 279 t; il reste donc un excédent de poids de 50 t sur les roues, suffisant pour assurer sa stabilité pendant la manœuvre.

Cette surcharge est suffisante pour Zeebrugge, la houle n'étant pas très forte par suite de la couverture donnée par la jetée.

Si l'on voulait augmenter la stabilité, il n'y aurait qu'à augmenter le poids du lest. Les trains de roues peuvent porter beaucoup plus.

Manœuvre des portes. — Elles se meuvent normalement à l'axe de l'écluse pour son ouverture et sa fermeture ; lorsque l'écluse est ouverte, la porte est rentrée dans une chambre en maçonnerie ménagée dedans et en arrière du bajoyer, elle est complètement effacée ; au contraire, quand elle est fermée, elle s'appuie par ses fourrures en bois sur le seuil et sur les feuillures du radier et des bajoyers.

Cette fermeture est hermétique ; elle est obtenue en raison de la forme en trapèze donnée à la rainure dans laquelle elle circule, la largeur du côté logement est de 5 m et de 4,96 m du côté opposé, les mêmes dimensions sont données entre les surfaces extérieures des fourrures en bois fixées sur les portes, de sorte qu'en se fermant cette dernière forme coin. Cette disposition a pour conséquence, d'une part, d'annuler les frottements contre les seuils pendant le mouvement ; d'autre part, d'empêcher pendant le nettoyage, qui se fait par des chasses, l'introduction d'objets qui pourraient être entraînés entre les fourrures et les seuils du côté de la charge. Les mouvements de la porte pourraient alors être rendus impossibles.

La manœuvre d'ouverture et de fermeture *(fig. 5)* se fait à l'aide d'un treuil à triple relai. Sur le dernier arbre sont calées des poulies à empreintes sur lesquelles s'enroulent deux chaînes ordinaires sans fin, attachées en un point de leur longueur à un palonnier tournant autour d'un axe fixé à un corbeau central rivé à la porte.

Ce treuil est commandé par une dynamo réceptrice de 22 kilowatts, recevant, comme tous les appareils du port, le courant de la station centrale.

Le changement de marche se fait à l'aide d'un inverseur de courant.

La durée de la manœuvre est de deux minutes. Elle peut se faire à la main, en cas d'avarie au treuil ou à la dynamo ; la durée d'ouverture est alors de quinze minutes.

Les résistances à vaincre sont, d'un côté, le roulement estimé à 1 000 kg et celle, de beaucoup la plus importante, due à la résistance de l'eau s'opposant à l'entrée ou à la sortie de la porte de sa chambre, estimée à 6 000 kg.

L'entretien et le nettoyage du radier et du chemin de roulement sous la porte, se fait à l'aide de chasses et de la façon suivante :

Aux environs de marée basse, l'eau étant dans le canal ou

dans le sas à la cote + 3,50, la charge étant d'environ 3 m, on ouvre la vanne du larron placé en tête de la chambre sur le bajoyer ouest, puis celle du larron est et, enfin, la vanne principale débouchant à l'extérieur; il s'établit un courant rapide qui entraîne la vase, le sable et les objets pas trop lourds qui se trouvent dans la rainure; les autres peuvent être enlevés en descendant dans les chambres des roues à l'aide de l'air comprimé.

Toutes les portes, qu'elles soient à un ou à deux vantaux, qu'elles soient roulantes ou non, doivent être enlevées et rem-



Fig. 5. — Porte de l'écluse.

placées périodiquement pour les nettoyer et les repeindre; elles doivent l'être également en cas d'avaries.

La manœuvre de remplacement de nos portes est des plus simples :

Il suffit, à marée basse, de fermer les vannes des orifices permettant l'entrée de l'eau dans la chambre supérieure, de laisser descendre celle restant encore sur le plafond dans la chambre de lestage afin de conserver la stabilité de la porte. La porte flotte aussitôt que le déplacement est supérieur aux 50 t de surcharge, elle se lève avec la marée et dès que sa partie inférieure est arrivée à la cote — 2,50 elle se dégage de ses feuillures et peut tourner entre les bajoyers, grâce aux plans de dégagement taillés dans les parements et dont nous avons parlé plus haut et à sa

forme trapézoïdale. On rentre alors cette porte dans l'écluse et on la remplace par celle de rechange préparée à l'avance, en opérant inversement et avec la marée descendante.

Nous avons fait dernièrement cette double opération en une marée.

Comme on le voit, ces portes présentent des avantages considérables sur celles précédemment employées et qui peuvent se résumer ainsi :

Pour une même longueur totale d'écluse, elle donne une longueur utile de beaucoup plus grande ;

Une grande économie dans les maçonneries et particulièrement dans la pierre de taille, l'appareil étant beaucoup plus simple que celui des buscs et des chardonnets ;

Une économie assez importante dans la quantité et dans le prix de la main-d'œuvre du métal employé, puisqu'il n'y a plus qu'une porte au lieu de deux et que les formes du caisson sont moins ouvragées que les portes ordinaires ;

Possibilité de manœuvre en tout temps, ce qui n'est pas le cas pour les portes à vantaux ; simplicité extrême des appareils de manœuvre, possibilité de visites et de réparations des organes susceptibles d'avaries se réduisant aux trains des roues et au chemin de roulement, propreté de celui-ci toujours assurée par les chasses ;

Enfin, économie dans les dépenses et dans le temps pour le remplacement d'une porte par une autre. Ce dernier point a une importance considérable, dans le cas de Zeebrugge, où il n'y a qu'une écluse et où les navires devraient attendre pendant les changements de porte.

Ces avantages n'ont point échappé aux nombreux Ingénieurs qui sont venus visiter nos travaux, nous sommes fondés à penser que l'avenir réserve un large emploi au système de porte que nous avons étudié et dont l'emploi a été fait, pour la première fois, à l'écluse maritime de Zeebrugge.

Des portes semblables seront employées à la grande écluse maritime du nord, à Anvers, dont la construction est commencée. Le Gouvernement belge a prévu les mêmes portes pour l'écluse d'Ostende. Le Havre va en construire une également pour sa grande écluse et, si nous sommes bien informés, Dieppe va faire de même.

Le port intérieur a, comme nous l'avons dit, 660 m de longueur ;

c'est un élargissement du côté ouest du canal qui a porté le plafond à 50 m de largeur, la ligne d'eau à 96,30 m, l'ouverture entre crêtes à 103,50 m *(Pl. 97, fig. 1)*.

Le plafond est creusé comme le canal à la cote — 4,50.

Les talus sont protégés comme ceux du canal par un perré partant de la banquette à la cote + 2 et finissant à la crête.

Cinq estacades en bois sont construites le long de la rive ouest pour permettre aux navires de faire leurs opérations.

Bassin d'échouage des pêcheurs. — Les projets et devis de ce travail sont établis par le service des Ponts et Chaussées.

Ce bassin est situé sur la rive est du chenal d'accès à l'écluse maritime; il a 80 m de largeur, 150 m de longueur, avec entrée de 40 m de largeur limitée par des estacades en bois et comprenant en outre un banc de carénage de 75 m de longueur et un débarcadère de 100 m de longueur.

Le terre-plein est est pourvu d'une chaussée raccordée à la route de l'État de Lisseweghe aux écluses de Heyst et d'une voie ferrée embranchée sur la ligne de Blankenberghe à Heyst.

Le bassin sanitaire est greffé sur le port intérieur du côté est; il affecte une forme triangulaire avec angles fortement arrondis et offre une gare de virement pour les navires de 220 m de diamètre; son mouillage est, comme celui du canal et du port intérieur, de 8 m. La disposition et la protection des talus est la même que pour ceux du canal.

Deux appontements en charpente sont établis sur les talus du bassin de garage pour l'accostage des navires en quarantaine.

La darse débouche à l'extrémité sud du port intérieur; elle a 500 m de longueur et une largeur de 100 m au plafond; ces talus sont inclinés à 2 de base pour 1 de hauteur; ils sont protégés depuis la cote + 2, jusqu'au sommet par un perré semblable à celui du port intérieur.

La passe à travers le haut fond du Zand a environ 2800 m de longueur et 300 m de largeur; elle est draguée à 9 m. Elle est indiquée par deux feux de direction.

Les produits de dragages servent aux remblais de la gare maritime et à ceux du boulevard de Blankenberghe à Heyst.

Ce sont là tous les travaux faisant partie de l'entreprise. Ils doivent être terminés à la fin de l'année 1905

Pour compléter les installations des ports, beaucoup d'autres travaux sont nécessaires, notamment ceux des gares de chemin de fer, voies de raccordement. Ces dépenses incombent à l'État.

Ces raccordements aux ouvrages des ports devaient se faire primitivement en reliant ces voies à celles de la ligne de Bruges à Blankenberghe-Heyst, aussi bien au port de Bruges qu'à celui de Zeebrugge. La convention additionnelle du 29 mars 1900 a modifié ses dispositions et augmenté considérablement la surface des terrains réservés aux extensions du port et au commerce.

Cette convention décrète :

1° L'établissement d'une ligne directe de Bruges à Heyst par Zeebrugge, courant parallèlement au canal, avec bifurcation vers le môle des escales.

Cette ligne comprend, outre les deux voies de trafic ordinaires, une voie spéciale destinée à permettre le raccordement, au réseau de l'État, des établissements industriels et commerciaux qui s'établiraient le long du canal maritime et aux abords des ports de Bruges et de Zeebrugge.

La gare maritime, d'une superficie de 36 ha avec station pour voyageurs, est établie à l'ouest du port intérieur, parallèlement au canal maritime ;

2° L'expropriation de 170 ha de terrain à l'est et à l'ouest du port intérieur réservés à la gare maritime et aux extensions des installations intérieures;

3° La suppression de la ligne actuelle entre Blankenberghe et Heyst et son remplacement par un large boulevard avec chemin de fer vicinal à double voie et à traction électrique.

Le détournement de la route de l'État de Lisseweghe à Heyst, du canal de Lisseweghe, du canal Isabelle et du contrefossé d'assèchement.

EXÉCUTION DES TRAVAUX

Aussitôt la loi du 11 septembre 1895 promulguée, l'État désigne son personnel du contrôle : MM. Troost, Inspecteur général; Vangansberghe, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; Piens, Ingénieur principal, chargé du contrôle sur place, aidé de M. Dhooge, Conducteur des Ponts et Chaussées, et de nombreux surveillants.

M. Nyssens Hart, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, représente la Ville comme Ingénieur-Conseil.

Nous chargeons M. Émile Cousin de la direction sur place; M. Louis David de la comptabilité générale; M. Springael du service technique. Chaque service a à sa tête un Ingénieur et des surveillants.

Notre Collègue, M. E. Henry s'occupe des études, des ouvrages et du matériel à Paris.

Deux médecins sont désignés, l'un à Bruges, l'autre à Heyst, pour donner les soins médicaux aux ouvriers.

On procède sans retard à l'acquisition des terrains nécessaires à l'exécution des travaux; la surface est d'environ 335 ha; ces acquisitions sont faites assez facilement : les prix que nous offrons, d'une part, et les bonnes dispositions des propriétaires pour le port et le canal, d'autre part, font que presque tous les terrains sont achetés à l'amiable. Il n'y a que quelques parcelles expropriées judiciairement. La procédure est menée rondement, les tribunaux étant animés du désir général de voir avancer les travaux, de sorte que, au bout d'une année, presque tous les terrains sont en notre possession.

Pendant ce temps, nous préparons à Zeebrugge, près de l'origine de la jetée, les emplacements pour recevoir les installations qui feront de ce point le chantier central.

Les dunes bordant la mer et les pannes sont nivelées. On construit immédiatement le raccordement des voies de ce chantier avec la voie du Chemin de fer de l'État de Bruges à Heyst, on fait de même à Bruges; deux stations privées sont établies pour le service des travaux.

On élève l'atelier de réparation : chaudronnerie, forge et ajustage; l'atelier de scierie et de charpente; l'atelier de grosse chau-

dronnerie; le magasin; la remise des locomotives; le château d'eau.

A plus de 2 km à la ronde, il n'y a pas une maison à trouver; nous construisons des maisons pour nos ouvriers et nos employés; près de l'écluse nous élevons une cité ouvrière et un hôtel *(fig. 6 et 7)*. Sur la plaine poldérienne, jadis nue entre Blankenberghe et les canaux de la Lys et de Schipdonk, s'élèvent aujourd'hui une centaine de maisons appartenant à des particuliers peuplées de



Fig. 6. — Hôtel et maisons ouvrières.

1300 habitants; 300 enfants fréquentent l'école que nous avons fait construire.

On élève à gauche de la jetée, en façade sur la digue-promenade, le bâtiment d'administration de la Cie des I. M. B. qui sert de bureaux à l'entreprise pendant l'exécution des travaux.

Le bâtiment de l'atelier central est une construction en fer et briques; il comprend une partie centrale de 22 m de largeur et de 32 m de longueur divisée longitudinalement en trois parties. La partie milieu est occupée sur les deux tiers de sa longueur par les machines-outils, le dernier tiers est réservé aux machines motrices. Un pont roulant de 10 t dessert tout cet ensemble. De chaque côté, il y a une aile : celle de gauche est occupée par le magasin, celle de droite par les chaudières.

Les forges sont installées dans une annexe en prolongement de l'aile droite.

Tout naturellement c'est à l'électricité que nous avons recours pour produire l'énergie et la distribuer au plus grand nombre possible d'engins employés à la construction ; il n'y a guère que les locomotives et quelques grues qui aient échappé à son action.

Nous n'avons plus à faire l'éloge de l'emploi de l'électricité sur les chantiers de travaux publics. Aujourd'hui il n'y en a



Fig. 7. — Bâtiment de l'exploitation.

plus un seul d'un peu d'importance où cette dernière venue ne soit mise à contribution.

On installe d'abord deux dynamos génératrices, construction Hillairet-Huguet, de 146 kilowatts chacune à courant continu, au voltage de 440 volts. Elles sont mues par deux machines à vapeur compound de Willans tournant à 350 tours à la minute ; la vapeur leur est fournie par un groupe de quatre chaudières, dont une de réserve, de de Naeyer.

Ces machines sont mises en marche en mars 1897 et, dès lors, les différents chantiers et ateliers fonctionnent régulièrement.

Plus tard ces dynamos ne suffisant plus, on installe un nouveau groupe de 73 kilowatts. La machine est alimentée par une chaudière de Naeyer, brûlant la tourbe. Ce combustible que nous

trouvons dans les fouilles du port intérieur et du canal ne peut être employé dans les remblais.

On monte ensuite les briqueteries : quatre machines à briques fabricant chacune 40 000 briques par jour sont disposées sur une ligne parallèle à la voie de Bruges-Heyst; elles fourniront les 55 millions de briques dont nous avons besoin pour tous les travaux d'art, la jetée exceptée, et pour toutes les constructions que nous sommes obligés d'élever pour nos besoins (*fig. 8*).



Fig. 8. — Briqueteries.

Ces machines sont du type à tonneau malaxeur vertical : une hélice presse l'argile vers la partie inférieure où elle sort à travers une filière, arrive sous forme d'un prisme rectangulaire sur la découpeuse où cinq briques sont découpées à la fois.

Les terres argileuses proviennent des fouilles du port; elles sont approvisionnées par des trains de wagons à voie de 1 m qui sont déchargés à hauteur, directement sur les plates-formes.

Quand les briques sont moulées, on les met en haie, puis après séchage on monte les fours en plein air et l'on cuit de 1 000 000 à 1 200 000 briques dans chacun d'eux.

Aussitôt que le chemin de halage rive gauche est assez avancé, on pose la voie réunissant Bruges à Zeebrugge, et tous les chantiers peuvent, dès lors, être approvisionnés facilement.

On continue par la suite à poser les voies nécessaires à l'exécution des travaux; elles représentent près de 50 km de longueur.

Les circuits électriques sont longs de 25 km. Les conduites d'eau pour les besoins de toute sorte ont près de 20 km de longueur.

Port de Bruges.

Les travaux ont été commencés à Bruges en 1896. Le chemin de fer de Bruges à Blakenberghe et Heyst traversait diagonalement l'emplacement des bassins : il fallut le détourner et, pour ce faire, construire un nouveau pont sur le canal de Bruges à Ostende.



FIG. 9. — Excavateur chargeant les wagons.

La construction, qui s'est faite pour les piles de pivot et de volée, à l'aide de caissons fondés à l'air comprimé, a marché normalement et n'a présenté aucune difficulté, pas plus du reste que les culées qui ont été exécutées à sec, à l'air libre.

Le montage de la partie tournante s'est fait sur la pile de pivot.

Les deux bassins ont été déblayés à sec en épuisant les eaux

peu abondantes à l'aide d'une pompe centrifuge. Un premier décapement a été fait à l'aide de wagons à voie de 1 m chargés à bras d'hommes jusqu'à la cote + 3; le déblai a été continué et achevé par un excavateur chargeant dans des wagons basculeurs de 5 m de capacité; les terres ont été déchargées de chaque côté et réglées à la cote + 6,15 pour former les terre-pleins *(fig. 9)*.

Les murs de quai ont été construits à sec, en profitant de l'épuisement nécessaire pour l'exécution des déblais. Le terrain sur lequel ils reposent est un sable argileux résistant *(fig. 10)*.



Fig. 10. — Murs de quai de Bruges, en construction.

Le battage des pieux et palplanches s'est fait à l'aide d'une sonnette à vapeur Lacour.

La couche de béton formant la fondation a été exécutée à l'aide d'une bétonnière verticale, posée sur un échafaudage, roulant sur un premier rail placé sur le chapeau de la charpente de fondation et sur un second placé dans le talus. Les matériaux, mortier, pierre cassée, briquallions étaient mélangés sur la plate-forme, versés dant la bétonnière et de là tombaient dans la fouille.

La maçonnerie en élévation s'est faite par gradins, le mortier

était fabriqué dans des broyeurs à cuve tournante, de petits wagonnets le conduisaient ensuite au lieu d'emploi.

L'écluse de communication entre les nouveaux et les anciens bassins a été construite également à sec. On a d'abord exécuté la tête aval et les deux tiers de la longueur des bajoyers. Puis on a établi un batardeau entre ces bajoyers, de façon à assurer les bassins en construction contre l'envahissement possible des eaux du canal d'Ostende. La fondation de la tête amont se trouve très près de ce canal *(fig. 11)*.

Ce travail s'est effectué normalement.



Fig. 11. — Écluse de communication.

Le béton a été confectionné comme aux murs de quais, il en a été de même pour les maçonneries de briques. Quant aux pierres de taille, elles ont été levées et mises en place, par une grue Derrick montée sur chariot circulant sur deux files de rails.

La construction des magasins n'a présenté aucune particularité.

Canal maritime.

Terrassements et dragages.

Toute la surface du canal a été décapée sur environ 1 m d'épaisseur par des ouvriers travaillant à la brouette. Ce décapement a débarrassé les déblais restant à faire des souches, vieilles constructions dont la présence aurait gêné le travail des dragues.

Les déblais ont été employés à former d'abord une partie des



Fig. 12. — Drague à couloir.

deux chemins de halage à la cote + 6,15, puis à faire des digues à la limite du terrain affecté aux remblais. Ces digues ont été complétées par les déblais du canal d'évacuation de la rive gauche et par ceux du canal d'irrigation de la rive droite.

Par l'emploi ainsi fait des déblais, il a été constitué de chaque côté du canal des bassins dans lesquels les dragues ont déversé à l'aide de couloirs les produits du dragage du canal.

Deux dragues ont exécuté ce travail *(fig. 12 et 13)*. Elle sont à godets de 300 l de capacité et à couloir. Leurs machines construites par Brulé sont compound à condensation par surface. Il y en a deux par drague : l'une commande la chaîne à godets,

l'autre la pompe centrifuge fournissant l'eau pour l'entraînement des déblais dans le couloir. Une petite machine verticale commande le treuil de relevage de l'élinde, le treuil d'avancement et les quatre chaînes de papillonnage; le treuil arrière est à la main.

Une dernière machine commande une dynamo fournissant la lumière pour le travail de nuit.

La coque a 35 m de longueur, 7,50 m de largeur et 2,50 m de creux. La charpente est, comme la coque, en acier. Le tourteau supérieur est placé à 12 m au-dessus du pont; il est commandé



Fig. 13. — Drague à couloir.

par deux chaînes de Galle. Pour éviter les avaries de machine par suite de rencontre d'obstacles tels que des arbres, ancres, etc., le pignon de commande de la machine et la grande roue calée sur l'arbre portant les pignons de chaînes sont à friction, de sorte que, lorsque les résistances sont trop grandes, il y a glissement.

Le couloir a 50 m de longueur; il est soutenu par des câbles attachés au sommet d'une bigue dont les pieds reposent sur le pont de la drague et dont le sommet est relié à la charpente par des câbles. Le poids du couloir est équilibré par un bateau attaché à la drague sur le côté opposé — il est soutenu par des

câbles attachés à une petite bigue ayant également ses pieds sur le pont — l'équilibre est presque constant malgré les variations de charge dans le couloir; en effet, quand celui-ci tend à faire incliner la drague, le bateau sort de l'eau et augmente le contrepoids de la valeur de son déplacement.

La longueur du couloir a permis à chaque drague de papillonner un peu au delà de l'axe du canal et de draguer à peu près la moitié des déblais.

Pont tournant.

La construction du pont tournant de Dudzeel n'a présenté aucune difficulté. Les deux piles ont été fondées à l'aide de l'air comprimé. Les culées ont été construites à sec.

Port de Zeebrugge.

Port intérieur et bassin sanitaire.

Les déblais du port intérieur ont été entamés pour ainsi dire les premiers, on a d'abord fait une fouille à la cote + 1, pour y monter les coques des dragues fluviales. On a procédé en même temps au décapement, comme au canal, on a formé des cuvettes sur le pourtour pour le dépôt des déblais. Dès que les dragues ont été montées, 26 avril 1897, elles ont procédé au dragage qui a été terminé le 14 septembre suivant. A ce moment, ces dragues sont passées dans le canal. On a refermé alors le batardeau qui sépare le bassin du canal, puis on a épuisé les 300 000 m^3 qu'il contenait. Au 15 octobre il est à sec, on règle les talus, le plafond, et fin novembre il est prêt à permettre le montage des caissons des blocs de fondation de la jetée, dont nous parlerons plus loin.

Quand les caissons et leur bétonnage, ainsi que l'écluse, ont été terminés, on l'a remis en eau.

Le bassin sanitaire a été préparé comme le canal et le port intérieur pour recevoir tout autour les produits des dragages. Ils ont été exécutés en grande partie par l'une des dragues à couloir; mais, comme il a des dimensions qui ne permettaient pas à celle-ci d'atteindre le centre, on a procédé à l'enlèvement du noyau de deux manières : pour une partie, en versant les

produits dans la zone draguée avoisinant le talus et, par une reprise, on les a déposées en remblai.

Pour l'autre partie, la drague a été munie d'un tuyau flottant d'à peu près 250 m de longueur *(fig. 14)*.

Le couloir a été enlevé, les dragages ont été déversés dans le puisard formant réservoir — puis la pompe centrifuge, déversant



Fig. 14. — Drague à tuyaux.

un jet d'eau sur les déblais, a fait un mélange liquide qui a été transporté par la conduite jusqu'au lieu de dépôt.

Aucun mélange n'est passé par la pompe; c'est par la gravité seule que les dragages se sont écoulés.

Darse.

Les déblais de la darse ont été exécutés pour le décapement jusqu'à la cote + 1,50 par petits wagons à voie de 1 m chargés à bras d'hommes; la tranche inférieure jusqu'à la cote — 5,50 pour la partie où sont montés les grands caissons de quai et à — 4,50 pour le reste, par un excavateur chargeant dans des wagons de 5 m³. Les terres ont été employées à former le remblai à l'emplacement de la nouvelle station de Zeebrugge et du chemin de fer direct de Bruges-Heyst par Zeebrugge.

Écluse maritime et chenal d'accès.

Les déblais de l'emplacement de l'écluse et de la partie du chênal d'accès situé dans les terres, ont été exécutés par wagons à voie de 1 m chargés à bras d'hommes et conduits au remblai des terre-pleins par locomotives.

La fouille de l'écluse est commencée en septembre 1896; au mois d'avril suivant, on procède à l'enfoncement des pieux et des palplanches par injection d'eau — à la fin de septembre, on entame le bétonnage du radier de la tête aval.



Fig. 15. — Écluse maritime en construction.

Les mortiers pour le béton et les maçonneries sont fabriqués par des broyeurs à cuve tournante; ils sont installés sous un hangar construit sur la rive gauche, parallèlement à l'écluse; ce hangar abrite le broyeur à trass et sert de magasin à chaux hydraulique.

Le mélange du mortier et du gravier du Rhin pour béton se fait sur une plate-forme en tôle; de là, il tombe à travers une bétonnière à chicanes dans des wagonnets qui le portent dans l'encoffrement au lieu d'emploi.

Les briques pour la maçonnerie sont descendues sur des plans

inclinés doubles, la charge pleine remontant les brouettes vides.

Quant aux moellons piqués et aux pierres de taille de grand appareil, ils sont bardés et amenés en place par deux grues Derrick de 5 t à 15 m de portée, mues à la main. Ces grues sont montées sur chariot roulant sur deux files de rails, elles desservent chacune les deux bajoyers d'une tête. Ce sont là les seuls appareils employés à la construction *(fig. 15 et 16)*.

Ces mêmes grues servent au montage des portes, dont les pièces sont amenées par wagons, montées et rivées sur place.

Les ponts sont montés et rivés de la même manière. Celui de la tête amont est terminé en mai 1899, la ligne du chemin de



Fig. 16. — Écluse maritime en construction (autre vue).

fer Blankenberghe-Heyst est détournée et le premier train passe sur ce pont le 8 juin suivant.

On peut alors attaquer la digue du Comte-Jean, sur laquelle passait la voie, et préparer l'entrée des eaux de la mer dans le chenal et dans l'écluse.

La percée de la dune par les terrassiers et la mise en eau du chenal d'accès et de l'écluse ont lieu le 23 novembre 1899. Le premier chaland éclusé sort le 27 février 1900 pour être conduit à la mer.

La construction de cette écluse a donc duré trois ans; son

prix est de 2 300 000 f. Ses congénères, les écluses de Dunkerque et de Ymuiden, de mêmes dimensions, bâties sur les mêmes terrains, ont coûté 6 à 7 millions chacune; la durée de leur construction a été de sept ans.

Chenal d'accès.

Comme nous l'avons dit, la partie du chenal située dans les terres a été déblayée à sec en même temps que l'écluse. Celle sur l'estran a été exécutée par dragage.



Fig. 17. — Estacade du chenal d'accès.

Les jetées basses ont été construites à sujétion de marées. Les deux estacades qui les surmontent *(fig. 17)* ont été établies par des grues sonnettes, montées sur les pieux mêmes, et faisant leur chemin devant elles.

Jetée.

La partie sur l'estran, qui a 232 m de longueur, a été construite à sujétion de marée. Les pieux et palplanches ont été enfoncés par une sonnette électrique.

La fondation en béton a été exécutée par une bétonnière mue

de la même manière. Les matériaux étaient amenés à la cote + 7, niveau du dessus de la trémie, versés dans celle-ci, puis, après avoir circulé dans la bétonnière, ils tombaient bien mélangés dans des petits wagonets qui les conduisaient à leur lieu d'emploi.

Le corps supérieur est en maçonnerie de moellons; son exécution n'a présenté aucune particularité.

Quant au mur d'abri et au parapet, ils ont été faits en béton, moulé sur place. Le béton était fabriqué mécaniquement et



Fig. 18. — Jetée sur l'estran et claire-voie en construction.

amené par wagonets jusqu'à portée d'une grue qui enlevait les caisses et les déversait dans l'intérieur des moules; il était soigneusement pilonné.

Claire-voie. — La jetée à claire-voie a 300 m de longueur et 12 m de largeur. Elle est composée de palées espacées de 5 m comportant chacune six pieux — ces palées sont réunies entre elles par six longerons; le tout est contreventé dans tous les sens.

La construction s'est effectuée en partant de la jetée sur l'estran et en avançant sur la partie achevée *(fig. 18)*.

L'outillage employé se composait de trois grues, une grue Der-

rick pouvant lever 5 t à 15 mètres, montée sur un chàriot roulant sur une voie à écartement de 7,50 m; sur ce charriot était montée une double pompe centrifuge fournissant l'eau nécessaire à l'injection du terrain pour faciliter l'enfoncement des pieux.

En avant de la grue Derrick, deux grues sonnettes étaient placées chacune sur une voie; elles avaient à battre chacune trois pieux de la palée.

L'opération se faisait de la façon suivante :

Les pieux en acier étaient amenés par wagons jusque derrière



Fig. 19. — Claire-voie en construction.

la Derrick, tout prêts à être enfoncés, leur extrémité inférieure garnie d'une pointe en bois.

On plaçait autour du pieu le collier devant le relier à la jumelle de la grue sonnette, puis la Derrick soulevait le pieu et venait le mettre en fiche le long de cette jumelle; on fixait le pieu à celle-ci par le collier, on plaçait ensuite sur sa tête un chapeau en acier dont le centre était garni de vieux cordages ayant pour but d'empêcher le choc sur le métal; on descendait le mouton sur le pieu, et l'injection du terrain par deux lances permettait au pieu de descendre par son propre poids et celui du mouton. Sur les derniers 0,50 m, on cessait l'injection et le pieu était enfoncé à l'aide des chocs du mouton seulement *(fig. 19)*.

Nous avons fait, à cette occasion, quelques expériences pour nous rendre compte de la résistance de pieux enfoncés par injection et sans injection. Après enfoncement, nous les avons chargés de 50 t : les pieux enfoncés par injection se sont comportés de la même façon que ceux enfoncés par le choc du mouton seulement. Il n'y a eu aucun tassement.

Enfin, pendant le battage, nous avons observé que, si l'on cessait l'injection pendant dix minutes seulement, le pieu était aussi difficile à enfoncer au mouton que si l'on n'avait jamais injecté le sol. Ceci démontre que l'on peut, dans le sable du moins, employer ce procédé sans aucune crainte.



Fig. 20. — Claire-voie après la tempête du 28 janvier 1901.

Aussitôt les six pieux battus, on posait, à l'aide de la Derrick, l'entretoise supérieure, puis les longerons et enfin la voie ; en même temps, on posait les entretoises inférieures et les croisillonnements.

Les grues s'avançaient alors de la longueur d'une travée et le battage d'une nouvelle palée était prêt à être commencé. En général, en deux jours on en construisait une.

A la suite de la convention additionnelle du 12 juillet 1899 passée avec l'État, il avait été décidé de porter la longueur de la claire-voie de 300 m à 400 m de longueur. Ce travail, commencé le

9 septembre 1898, était terminé le 4 août 1899. La construction de la jetée pleine était commencée, la culée et trois blocs étaient déjà posés quand survint, pendant la nuit du 27 au 28 janvier 1901, une formidable tempête d'ouest, la claire-voie fut complètement détruite sur 125 m de longueur, entre les points situés à 225 m et 350 m de l'origine (*fig. 20*).

Tout avait disparu sur ces 125 m. Il semble que la vague, frappant sur le paravent, avait fini par casser certains pieux du côté du large à hauteur de l'assemblage de l'entretoise supérieure; celle-ci s'étant trouvée insuffisante avait plié comme un accor-



Fig. 21. — Claire-voie; enlèvement de la partie démolie.

déon; le croisillonnement devenant inutile, les pieux, travaillant seuls, s'étaient brisés nets au ras du sol et le tout était venu s'abattre sur le fond.

L'effort de la lame qui a produit cette destruction devait être supérieur à 8 000 kg par mètre carré.

Nous avons eu, dans cette circonstance, l'occasion de voir comment s'étaient comportés les pieux en acier, et ce que nous avons constaté n'est pas très rassurant pour les constructions faites avec ce métal.

A quelques exceptions près, tous les pieux présentaient une cassure nette, normale à la longueur, sans arrachement, absolu-

ment comme celle du verre; cependant des éprouvettes provenant de ces pieux avaient, avant l'emploi, été essayées au laboratoire de Malines; la résistance à la rupture n'avait pas été inférieure à 42 kg et l'allongement à 20 0/0. On ne pratiquait pas encore l'essai à la fragilité.

Nous avons essayé de reproduire les cassures sur les morceaux de pieux retirés, en les frappant avec le marteau pilon, nous n'y sommes pas parvenu, le métal s'est plié comme du plomb.

Finalement il y avait 750 000 kg de ferraille au fond de la mer qu'il fallait d'abord relever avant de reconstruire.



Fig. 22. — Claire-voie après reconstruction.

Après examen et discussion des causes qui avaient amené cette démolition, il fut décidé de relever le niveau du rail de la claire-voie de la cote + 7,30 à la cote + 8,05, de doubler les pieux des palées 46, 49, 52, 55 et 58, de contre-buter les palées à partir de la vingt-neuvième du côté de l'est par un pieu incliné, de renforcer l'entretoise supérieure, enfin d'enlever la tôle inférieure, de 1,20 m de hauteur, du paravent.

Quand cet accident est arrivé, la claire-voie était achevée depuis plus d'un an, le mur de jetée avait déjà 80 m de longueur, on avait pu voir que la houle et les vagues se déroulaient sous la claire-voie sans être brisées et venaient déferler devant l'en-

trée du chenal, gênant ainsi la manœuvre des bateaux entrant et sortant; il fut décidé de raccourcir la claire-voie de 100 m et d'allonger la jetée pleine d'autant.

Il nous fallut donc relever les 125 m tombés, arracher les 75 m encore en place au nord, et reconstruire 100 m de la partie enlevée par la tempête.

Aussitôt ces décisions prises, c'est-à-dire vers le mois de mai 1901, nous nous mettions à la besogne et, grâce à la puissance des engins que nous possédons, le nettoyage de la partie démolie était très vite exécuté.

A l'aide de la bigue de 60 t au crochet de laquelle on fixait un grappin, on enlevait de grandes sections de tablier, quelquefois avec les pieux eux-mêmes (*fig. 21*).

Ce travail achevé, on reprenait le battage et l'assemblage de la charpente; au mois de septembre de la même année, la claire-voie était reconstruite, sa culée nord était mise en place le 4 octobre suivant (*fig. 22*).

Jetée pleine.

Comme nous l'avons dit plus haut, la jetée pleine est composée, comme fondation de blocs ayant 25 m de longueur, 7,50 m de largeur dans la partie au droit du terre-plein et 9 m dans la

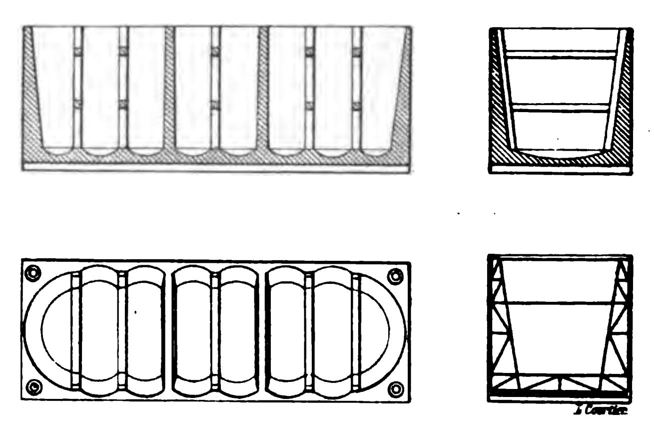


Fig. 23. — Caissons-blocs. Disposition des évidements.

partie au delà, la hauteur variant de 7 à 9 m suivant le niveau du terrain de fondation.

Ces blocs en béton sont renfermés dans une sorte de caisson en fer qui leur sert d'enveloppe extérieure; son plafond et ses

parois ont 3 mm d'épaisseur; des poutres à treillis de 1 m de hauteur raidissent le fond; dix-huit fermettes maintiennent les côtés; un couteau de 0,50 m de hauteur raidit la base *(fig. 23)*.

Ces caissons ont été fabriqués à l'atelier de chaudronnerie, les différentes pièces ont été amenées au port intérieur par wagon, et reprises sur wagon par le chariot d'un grand échafaudage servant au montage.

Cet échafaudage est une sorte de grand pont roulant sur deux files de rails. Sa longueur totale est de 67 m, la partie comprise entre les deux montants a 20 m de longueur, et les deux parties



Fig. 24. — Caissons en construction.

en porte-à-faux ont chacune 20 et 27 m de longueur. Il dessert cinq lignes de caissons *(fig. 24)*.

Le caisson est monté sur calage en bois; aussitôt le rivetage terminé, on le descend sur le terrain.

Alors commence le bétonnage du fond; ce béton est composé de trois parties de pierrailles, trois parties de sable et 200 kg de ciment portland par mètre cube; il est fait à l'aide d'une bétonnière mue électriquement; cette bétonnière est servie par une grue qui prend les caisses chargées des matériaux secs et les déverse dans sa trémie; de là ils glissent régulièrement dans le cylindre de la bétonnière. Ce cylindre est animé d'un mouve-

ment de rotation, il est légèrement incliné, les matériaux se mélangent à sec sur un tiers de sa longueur et sur les deux tiers restant avec l'eau qui est distribuée par un tuyau central percé de trous; on règle à volonté le débit.

Quand le béton arrive à l'extrémité, il est terminé, tous les cailloux sont complètement enrobés de mortier; il tombe alors dans des caisses de wagonets qui le conduisent, à l'aide de deux voies, sur un pont échafaudage de même forme et de même portée que le pont roulant de montage des caissons.

Les caisses des wagonets sont basculées dans des couloirs attachés à ce pont et disposés au-dessus des caissons.

Pendant que le bétonnage du fond s'exécute, un grand échafaudage démouleur, composé d'une plate-forme reposant sur de grandes poutres croisillonnées, s'appuyant sur deux fermes-montants, qui ont le même écartement que les fermes du bétonneur et du pont roulant de montage, et circulant lui-même sur les mêmes rails, enlève les moules du bloc qui vient d'être terminé, à l'aide de deux grues Derrick mues électriquement.

Le bétonneur revient alors en arrière et bétonne les parois. Quand le béton est complètement terminé le betonneur recommence un nouveau caisson et le démouleur fait de même.

On a fabriqué ainsi cent seize blocs dans le port intérieur et l'on en fabrique actuellement dix-sept nouveaux dans la darse.

Le montage des caissons dans le port intérieur a été commencé, après son épuisement et le nivellement du plafond, le 25 novembre 1897; le bétonnage le 15 mars 1898 et terminé en juin 1899. Aussitôt que l'écluse et son chenal d'accès furent achevés, on laissa entrer l'eau de la mer, et, dès ce moment, les blocs furent prêts à être remorqués à leur lieu d'emploi, à la jetée et au quai *(fig. 25)*.

Le premier bloc fut mis en place le 20 mai 1900, et deux autres jusqu'à la fin de l'année; le travail fut ensuite interrompu à la suite de la destruction de la jetée à claire-voie par la tempête du 27 janvier 1901; il ne fut repris que le 24 octobre de la même année et continué jusqu'à aujourd'hui sans interruption.

L'opération de la mise en place se fait de la façon suivante : les blocs déposés dans le port intérieur sont pleins d'eau pour les empêcher de flotter, ils émergent généralement de 0,40 m à 0,80 m; on les épuise à l'aide d'une pompe centrifuge renfermée dans une caisse en tôle, la mettant à l'abri de l'eau, car on la descend au-dessous de sa surface pour ne pas être obligé de l'a-

morcer. Au fur et à mesure de l'épuisement on place deux lignes d'étrésillons au droit de chaque contrefort.

Ces étrésillons sont nécessaires pour résister à la pression exercée extérieurement par l'eau, les parois en béton armé de leurs fermettes en fer n'étant pas assez fortes pour résister à cette pression.

On place ensuite sur la partie supérieure du caisson une grande poutre en bois de 18 m de longueur et de 0,40 m d'équarrissage dépassant de 2 m et on l'assujettit fortement par des ancrages



Fig. 25. — Parc aux caissons-blocs.

scellés dans le béton. Cette poutre est destinée à guider le caisson pendant sa mise en place.

Deux ceintures en bois sont placées de chaque côté des grandes parois et réunies entre elles par de gros boulons formant tirants; ils ont pour but de renforcer les parois et de les empêcher de s'écarter quand le bloc est en place et que les vagues, en gros temps surtout, viennent exercer des pressions de l'intérieur vers l'extérieur; sans ces tirants, les parois seraient abattues.

Enfin un gros câble en fil d'acier entoure le caisson et sert de point d'attache à la remorque.

Le bloc ainsi équipé est prêt à être remorqué, car il flotte; les vides laissés dans son intérieur sont suffisants pour contre-balan-

cer le poids du béton et lui permettre d'émerger d'environ 60 à 80 cm.

Il est alors remorqué jusqu'en dehors de l'écluse par un premier remorqueur de la force de 300 ch *(fig. 26)*; au sortir de celle-ci un deuxième, de la même force, se place en flèche à l'entrée en mer; un troisième remorqueur se place à l'arrière et navigue de façon à empêcher les embardées du bloc. La sortie ayant lieu au moment de marée haute, c'est-à-dire quand le courant de flot est encore très fort, le caisson présentant sa grande face normalement au courant tend à être entraîné dans



Fig. 26. — Caisson-bloc remorqué en mer.

la direction opposée à celle de la jetée. Il faut environ une heure et demie pour conduire le bloc à la jetée.

En route il embarque quelquefois des paquets d'eau; on le munit cependant de haussettes en bois pour empêcher cette invasion. Elle avait lieu surtout dans les commencements de la construction de la jetée, quand la rade était entièrement ouverte; aujourd'hui cela n'a plus liêu, le port est complètement abrité par la partie construite et les blocs naviguent en toute tranquillité.

Quand le bloc est arrivé près de l'extrémité de la jetée et que le courant de flot commence à mollir, on l'amarre, sur le petit

côté qui doit venir s'appuyer sur la jetée déjà construite, par des câbles qui vont s'enrouler en arrière, sur deux treuils placés sur le dessus de la jetée, on fait faire insensiblement une conversion au bloc, à l'aide des remorqueurs et des câbles, pour l'amener dans le prolongement de la jetée déjà achevée. Il est maintenu dans sa position par deux guides : un à droite, c'est la grande poutre dont nous avons parlé plus haut qui, en glissant le long du corps de la jetée, maintient ainsi l'extrémité sud dans sa position ; l'autre est placé à gauche et à l'extrémité nord, c'est une énorme borne en béton de forme tronconique de 4 m de hauteur pesant 55 t ; elle repose sur le fond (*fig. 27*).

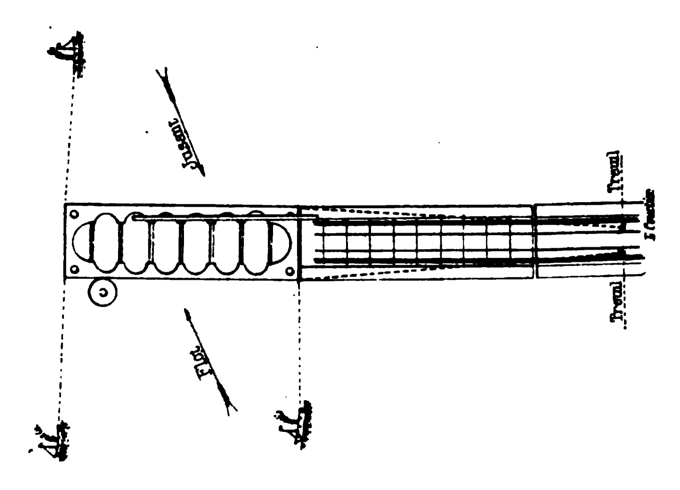


Fig. 27. — Mode de mise en place des caissons-blocs.

Le bloc est donc absolument maintenu en place par les treuils, les remorqueurs et les guides; le courant de jusant, car c'est contre son action qu'il faut le protéger, ne peut donc l'entraîner.

Quand l'étale de courant, qui ne dure généralement pas plus d'un quart d'heure, est arrivée, on enlève les bouchons qui ferment les trois orifices préparés pour laisser entrer l'eau à l'intérieur; celle-ci s'y déverse, et le bloc s'enfonce petit à petit; les vagues, en passant par dessus, activent son enfoncement; finalement, il est envahi de tous les côtés, d'épaisses tranches d'eau se précipitent dans l'évidement, et il coule; un énorme bouillonnement annonce que l'opération est terminée (*fig. 28*).

Ce moment est assez impressionnant, cette grosse masse disparaissant sous les bouillonnements de l'eau en impose; on se demande si on le reverra, et dans quel état?

Nous le retrouvons à marée basse; il émerge d'à peu près 1 m.

Les ouvriers le débarrassent alors des étrésillons et de la grosse poutre guide; les marins enlèvent la ceinture de remorque.

Le remplissage des évidements par du béton commence immédiatement; il continue sans arrêt, sauf pendant le moment du plus fort courant de flot vers marée haute, jusqu'à ce que le bloc soit complètement rempli.

Ce béton est fabriqué sur le chantier situé à l'origine de la jetée.



Fig. 28. — Caisson-bloc au moment de l'immersion.

Tous les éléments entrant dans sa composition y sont rassemblés : un immense dépôt de gravier venant du Rhin y a été amené par des bateaux dont le chargement a été fait sur ce fleuve par des dragues; ils ont traversé la Hollande par les canaux, l'Escaut ensuite, et sont venus aborder à Breskens; là, le gravier a été débarqué par un appareil à godets et chargé dans les wagons du chemin de fer vicinal de Bruges à Breskens; un embranchement venant rejoindre nos travaux permet aux trains du vicinal d'amener ce gravier jusque sur nos chantiers (*fig. 29*).

Trois magasins en fer et tôle ondulée, de 900 m² de surface,

donnent abri aux ciments Portland, qui sont approvisionnés par chemin de fer directement des usines de Cronfestu Niel.

Quatre bétonnières mues électriquement et fabriquant chacune 200 m³ de béton par jour, sont placées de chaque côté des magasins; elles sont desservies par des grues électriques; l'eau venant du château d'eau est distribuée par des conduites à chaque appareil.

Des voies disposées convenablement permettent aux wagons supportant les bennes de se présenter sous les chutes des bétonnières *(fig. 30)*.

Le béton se fait de la façon suivante : le gravier du Rhin et



Fig. 29. — Parc aux blocs de 55 tonnes.

le ciment sont chargés par couches dans des caisses de wagonets; celles-ci sont amenées dans le périmètre de prise des grues; la caisse pleine est soulevée, amenée et déchargée dans la trémie de la bétonnière.

Le béton tombe dans de grandes bennes, d'une capacité de 9 m³ environ; ces bennes sont portées sur des trucks spéciaux, roulant sur des voies normales. Elles sont avancées successivement par des câbles s'enroulant sur des cabestans électriques.

Quand quatre bennes sont chargées, une locomotive vient les prendre et les conduit à l'extrémité de la jetée, sous la

grande grue Titan, ou à la bigue, dont nous parlerons tout à l'heure. La benne est enlevée de dessus son truck, transportée au-dessus du caisson, et descendue jusqu'à ce qu'elle touche le fond; là, elle s'ouvre automatiquement, le béton descend et se dépose sur le fond; de cette façon, il ne peut se délaver, étant placé dans un endroit à l'abri du courant, et en grande masse.

La benne est ensuite ramenée au-dessus du truck, et descendue; les portes se ferment seules, en raison de la forme du berceau donnée à la partie supérieure du truck.

Sur le bloc de fondation ainsi rempli, on monte le corps de la



Fig. 30. — Bétonnières fabriquant le béton.

jetée, qui se compose de trois assises de blocs en béton de 5 m de longueur, 2,50 m de largeur, et 2 m de hauteur, pesant 55 t.

Ces blocs sont fabriqués sur le parc, à côté du chantier de bétonnage que nous venons de décrire.

Le mélange est plus riche en ciment, 235 kg au mètre cube au lieu de 200 kg; la bétonnière est la même, mais elle est un peu moins haute, parce que la décharge se fait dans des caisses de wagonets.

Ces wagonets sont amenés à portée d'une grue électrique, qui enlève les caisses, et distribue le béton dans huit moules, dans lesquels on bétonne à la fois *(fig. 31)*.

Ces moules ont les dimensions des blocs; ils sont en gros madriers, raidis par des traverses en fer à double T; des tenons et des entailles sont ajustés aux extrémités, et permettent de desserrer le moule sans le démonter, pour le retirer et le remettre en place pour un nouveau moulage.

Le béton est déversé par les bennes dans le moule; des ouvriers le pilonnent soigneusement. On ménage, dans la hauteur du bloc, deux cheminées devant servir au passage des clefs qui permettront le levage et le chargement du bloc. A la partie inférieure de ces cheminées, on laisse une chambre, au plafond de



Fig. 31. — Moulage des blocs de 55 tonnes.

laquelle on place deux moellons, qui serviront d'appui aux ailes de la clef pour le levage; le béton ne serait pas assez résistant pour supporter cet effort sans s'écraser; après vingt-quatre heures de fabrication, on démoule.

Pont-roulant bardeur.

On laisse sécher les blocs pendant deux à trois mois; cependant, au bout d'un mois, on peut les enlever sans crainte.

Il y a ainsi, sur le parc, quinze files de blocs, séparés en trois groupes de cinq files par une voie de 1,50 m, et par une ligne

de rails séparés; c'est sur ces files de rails que roule le bardeur, sorte de grand pont-roulant électrique, chargé de la manœuvre des blocs de 55 t.

Ce pont est en acier; il est composé de deux grandes poutres croisillonnées, de 22,70 m de longueur, de 2 m de hauteur, espacées de 1,90 m d'axe en axe. Ces poutres sont réunies, par leurs extrémités et en leur milieu, à leur partie supérieure, par un arceau. Elles reposent sur deux fermes-montants espacés de 22 m d'axe en axe; ces montants reposent eux-mêmes par leurs semelles chacun sur quatre roues en acier, par l'intermédiaire de l'axe de deux balanciers réunissant deux roues.



Fig. 32. — **Pont roulant bardeur.**

Un treuil électrique roule sur les rails placés à la partie supérieure des poutres *(fig. 32)*.

L'opération de chargement se fait de la façon suivante : l'appareil est placé au-dessus des blocs à enlever; on amène le treuil au-dessus du bloc, on descend le palonnier muni de ses deux clefs, on les fait pénétrer dans les rainures préparées à cet effet.

Quand elles sont au fond, on les fait tourner d'un angle de 90 degrés; le treuil remonte; aussitôt que le bloc est à hauteur, il est amené au-dessus du truck. On le descend, puis on fait re-

monter les clés, et le pont est prêt à recommencer une nouvelle opération. Quand la rangée des cinq files est épuisée, on fait avancer le pont sur une nouvelle file, et ainsi de suite.

Toutes ces manœuvres sont faites à l'aide d'une seule dynamo : la montée, la descente, la translation du treuil sur le pont, et enfin la translation du pont lui-même sur ses rails.

Une locomotive conduit le bloc à l'avancement de la jetée, sous le Titan.

Grue Titan.

La grue Titan, ou plus simplement le Titan, comme on le désigne sur les chantiers, a pour fonction de poser les blocs de 55 t qui composent la superstructure de la jetée, et de faire le remplissage en béton des gros blocs-caissons.

Il a aussi à immerger les enrochements amenés par wagons à l'avancement de la jetée, pour former le sol artificiel, et sur les côtés, en protection.

Toute la charpente est en acier; elle consiste principalement en deux chevalets porteurs, montés sur roues, supportant la partie tournante.

Les chevalets d'avant et d'arrière sont distants de 16 m d'axe en axe; ils sont reliés entre eux latéralement par des poutres croisillonnées et contreventées à leur sommet; leurs poutres supérieures prennent appui sur des piliers verticaux et des contrefiches, qui transmettent la charge aux longerons sur roues; ils reposent tous deux, par des balanciers, sur huit roues en acier, de 0,85 m de diamètre; ces roues sont à double surface de roulement, avec boudin central; la largeur entre piliers est de 4,08 m; c'est aussi celle de la voie sur laquelle roule l'appareil.

Cette voie est composée de quatre rails, de 42 kg, placés deux à deux de chaque côté. La distance d'axe en axe de ces deux rails est de 130 mm; ils laissent entre eux un vide de 62 mm, pour le passage du boudin des roues. Ces rails sont fixés sur des traverses noyées dans la face supérieure des blocs. La largeur de la jetée, à ce niveau, étant de 5 m, il s'ensuit que l'axe des deux rails se trouve à 0,46 m de l'arête des blocs *(fig. 33)*.

La partie tournante a 82,50 m de longueur totale, dont 30 m pour la culasse, et 52,50 m pour la volée en porte-à-faux ; elle repose sur les chevalets par des patins en fonte circulant dans des glissières placées, l'une sur le chevalet arrière, au droit du

pivot, l'autre sur le chevalet avant, au-dessus de la traverse avant. Nous avons adopté cette disposition, au lieu de galets, afin de rester maître de l'orientation, quand le vent agit pour l'augmenter, ou inversement.

Cette partie tournante est composée de deux poutres croisillonnées, sauf au droit des attaches des divers tirants de suspension, sous les pieds du grand poteau, sous celui du petit, à l'arrière sous le contrepoids, et à l'extrémité de la volée, où les âmes sont en panneaux pleins de toute la hauteur; elles ont 1,50 m de hauteur, et sont espacées de 1,80 m d'axe en axe. Sur les semelles des poutres, au droit de la volée, sont fixés deux rails, sur lesquels circule le treuil.

Ces deux poutres sont reliées entre elles par les panneaux de

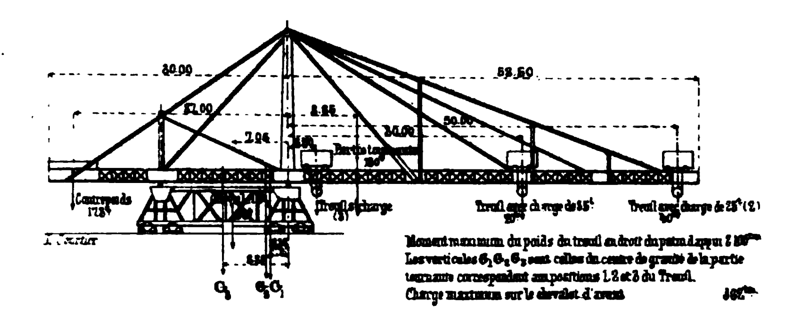


Fig. 33. — Titan. Stabilité de la partie tournante.

la base du grand poteau, par ceux du petit, par trois arceaux sur la volée et, enfin, par les panneaux pleins des extrémités de culasse et de volée.

La partie tournante est soutenue, dans ses porte-à-faux, par des tirants en acier forgés, attachés d'une part, aux poutres et, d'autre part, au sommet d'un grand poteau de 18 m de hauteur, assemblé par sa base avec les deux poutres. Ces tirants sont en acier forgé; les œils des têtes sont alésés, et les boulons d'articulation sont en acier tourné; les trois extrêmes sont soutenus par des montants en fer à U.

Un contre-tirant est attaché au sommet du petit poteau de la culasse et aux poutres, près du pied du grand poteau.

La rigidité horizontale de la partie tournante est assurée par deux arcs-boutants horizontaux, placés normalement aux poutres, au droit du grand poteau, et par douze tirants faits de câbles : 1

acier attachés, d'une part, à l'extrémité des arcs-boutants et, de l'autre, en différents points de la poutre.

Ces arcs-boutants sont des poutres en caisson, formées de deux faces croisillonnées verticales et de deux semelles horizontales. Ils ont chacun 15 m de longueur; ils sont reliés, dans le sens vertical, au grand poteau, par des haubans munis de tendeurs allant du sommet et du milieu de ce poteau à leur extrémité.

Un contrepoids de 173 t, placé dans un coffre, à l'extrémité de la culasse, fait équilibre au poids de la volée et aux charges portées par elle pendant le travail.

Les organes mécaniques comportent :

1° Un treuil, de la force de 55 t, roulant sur les rails de la volée; il est mis en mouvement par une réceptrice de 36 kilowats, qui actionne, par un pignon et une roue à friction à gorges, un arbre intermédiaire, sur lequel sont pris, à l'aide d'embrayages, les divers mouvements : montée et descente de la charge, translation du treuil sur la volée;

2° Le mouvement d'orientation est produit par deux presses hydrauliques placées en opposition au-dessous de la partie tournante, à laquelle elles sont fixées, tandis que leurs tiges de pistons sont attachées aux extrémités de la glissière du chevalet avant.

La pression est fournie à ces presses par une pompe à quatre pistons, placée sur la culasse, et mue par une réceptrice; un distributeur, placé dans la guérite accolée au grand poteau, manœuvré par un mécanicien qui a tout le travail à sa vue, fait orienter la partie tournante suivant besoin, en distribuant la pression dans l'une ou l'autre presse.

La partie tournante s'oriente d'un angle de 7 degrés, suffisant pour desservir tous les points de la jetée;

3° Les organes de translation générale de l'appareil sur sa voie; ils consistent en une réceptrice qui, par des intermédiaires, actionne les roues du chevalet arrière; quatre roues, soit l'une de chacun des balanciers, sont actionnées par des chaînes de Gal, commandées par les pignons de l'arbre supérieur; les quatre autres sont reliées à ces premières chacune par une chaîne de Gal. Le changement de marche se fait par inversion.

Le moteur électrique est de 36 kilowatts; on peut débrayer le mouvement des pignons et actionner par un embrayage un tambour de treuil, sur lequel un câble prend son mouvement

pour manœuvrer les trucks chargés de blocs ou de bennes de béton.

Les manœuvres se font comme suit : il s'agit d'abord de remplir de béton les évidements d'un caisson-bloc. Le Titan est avancé sur la jetée, jusque sur l'avant du dernier caisson; on met les coins sous le chevalet avant pour soulager les roues et les essieux. La voie de service est posée jusque sur le dernier caisson; une deuxième voie s'embranche sur elle, laissant assez d'espace pour placer deux wagons sur chacune d'elles *(fig. 34)*.

Les bennes de béton sont amenées sur l'une des voies; on

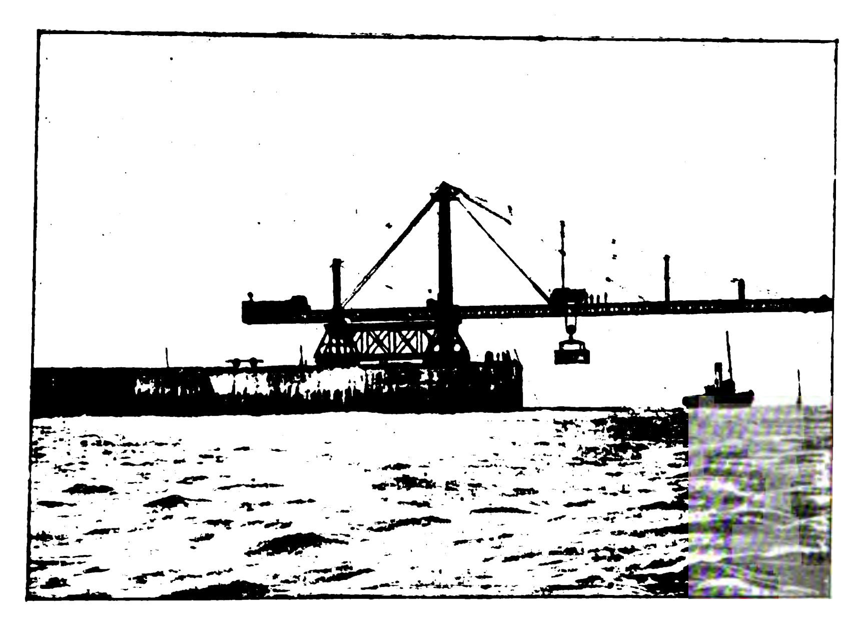


FIG. 34. — Titan. Vue de côté.

oriente la partie tournante, de façon que le treuil, quand il avance, se présente au-dessus de la benne; on descend le palonnier, ses deux crochets passant dans les œils des barres de soulèvement de la charge, tandis qu'on attache les quatre chaînes, qui seront chargées de remonter la caisse ouverte, aux quatre angles; le treuil monte un peu la benne, juste ce qu'il faut pour la dégager de son berceau, et il la conduit au-dessus du bloc à remplir; la benne est descendue; quand elle touche le fond, les crochets abandonnent les barres de soulèvement; en montant, la benne est tenue par ses quatre angles, les portes s'ouvrent, et le béton reste déposé sur le fond; la benne est ramenée au-dessus et dé-

posée sur son truck ; on en reprend une nouvelle, et l'on continue la même manœuvre jusqu'à ce que les évidements du bloc soient remplis.

On enlève alors une des voies de service, on pose celles du Titan jusqu'à l'extrémité de la superstructure du dernier caisson complet et l'on fait avancer l'appareil jusqu'à ce point. On amène les blocs de 55 t chargés sur wagon ; ils sont accrochés par des clefs, comme cela a été décrit au bardeur, le treuil les soulève et les conduit au-dessus de leur place ; ils sont descendus, posés sur un lit de mortier préparé à l'avance ; on détourne les clefs,

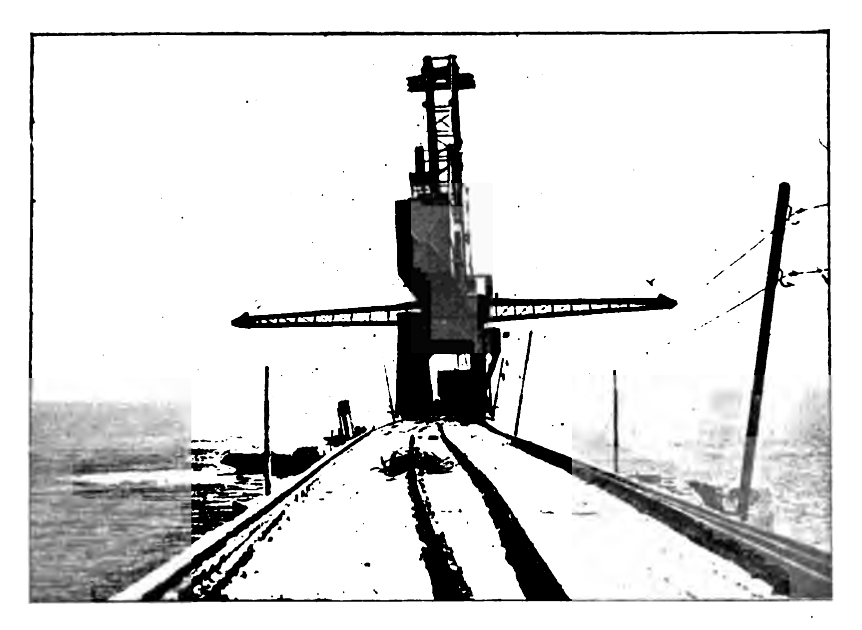


Fig. 35. — Titan. Vue arrière.

elles sont remontées avec le palonnier et l'on prend un nouveau bloc ; on continue ainsi jusqu'à ce que la superstructure soit terminée.

Les enrochements sont immergés à l'avancement à leur emplacement de la même façon.

Pendant son travail, le Titan est calé à l'avant par quatre coins prenant appui sur les rails et sous le longeron du chevalet avant, afin de soulager les essieux et les roues *(fig. 35)*.

En ordre de marche, le poids de l'appareil est de 462 t, compris son contrepoids ; ce dernier a été déterminé de manière que

les charges sur les roues des deux chevalets aient la même valeur au moment où se fait la translation générale de l'appareil.

Le Titan peut poser les blocs de 55 t à 30 m de distance du chevalet avant. Dans ce cas, le moment sur ce point est égal à 2100 tm en y comprenant le poids du treuil. Il peut porter les bennes chargées de 20 t de béton à 50 m.

Quand on prévoit le mauvais temps, on ramène l'appareil sur un emplacement préparé à cet effet; ce poste de refuge est constitué par un caisson de 9 m de largeur au lieu de 7 m de largeur des caissons courants. La largeur du mur en blocs est portée de 5 m à 6,50 m jusqu'à la cote + 7,30 m au-dessus, et vers l'ouest on pose sur toute la longueur du caisson deux assises de blocs de 1,50 m de hauteur et de 1,50 m d'épaisseur, qui forment son mur d'abri; on cale les roues, on relie les chevalets par de grands boulons à des ancrages scellés dans le béton et l'on abandonne le Titan à la tempête.

C'est un outil lourd et coûteux, mais bien fait pour résister, Il ne pouvait être question ici d'employer des outils joujoux comme ceux employés à Bizerte; à la première grosse mer, nous ne disons pas tempête, ils auraient été balayés comme des fétus.

On est parvenu à remplir de béton des caissons et à poser les blocs de 55 t du corps de la jetée en quarante-huit heures. Cependant on ne place en moyenne que deux tronçons par mois. Ce n'est pas seulement le mauvais temps qui est en cause, c'est surtout la préparation du sol.

Nous avons eu à cet égard un assez grand mécompte : nous avions bien prévu qu'il faudrait mettre des moellons et des pierrailles pour régler le fond, mais nous ne supposions pas qu'au fur et à mesure de l'avancement le sol s'affouillerait, à l'avant, de 8 m jusqu'à 15 et 16 m, et, par côté, jusqu'à 24 m, sous zéro. Il nous a fallu combler ces affouillements et créer un sol artificiel jusqu'à la cote — 8 m.

Pour ce travail, nous avons employé des plates-formes en fascinages. Elles sont construites à terre le long de la rive gauche du chenal d'accès, sur des plans inclinés. Elles se composent de deux assises de fascines comprises entre trois rangs quadrillés de saucissons; ces quadrillés sont attachés entre eux par de petites cordes et réunis par des piquets traversant l'ensemble.

La plate-forme terminée est lancée à marée haute, elle est tirée par des remorqueurs et elle roule sur des rouleaux jusque dans l'eau; elle flotte alors et émerge d'environ 0,50 m *(fig. 36)*.

Par très beau temps, on la remorque à la mer, à l'étale de marée basse, et on l'échoue sous la base de la jetée. Pour ce faire, elle est amarrée par huit câbles à des ancres mouillées sur les quatre faces à environ 150 m et, en halant ou mollissant sur ses amarres, on la met en place.

Des bateaux chargés de moellons sont accostés de chaque côté et, pendant l'étale, à grand renfort de bras et le plus vite possible, on la charge jusqu'à ce qu'elle coule. On retire ensuite les amarres et des bateaux à clapets chargés d'enrochements viennent immédiatement la couvrir de leur chargement de façon

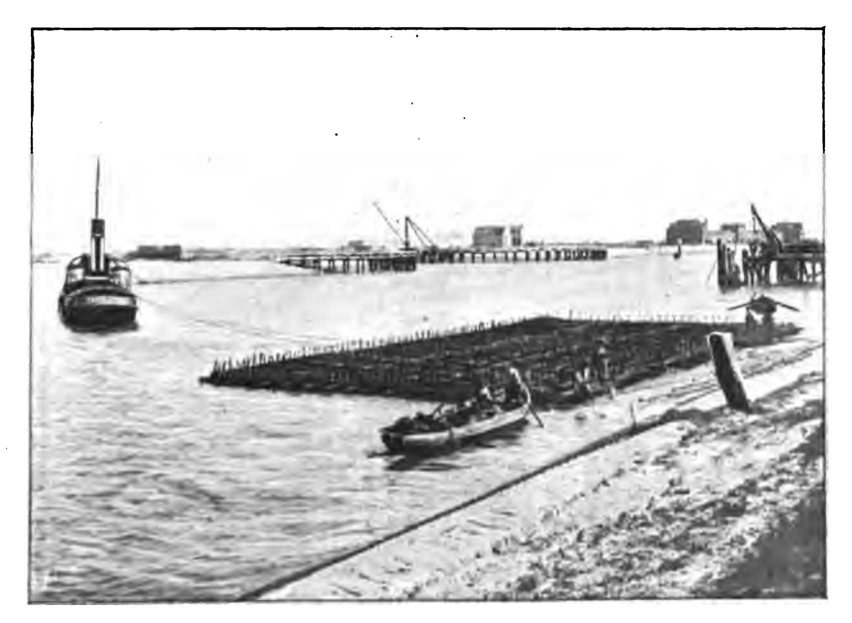


Fig. 36. — Mise en mer d'une plateforme en fascinage.

que le courant ne puisse pas l'enlever; on continue le chargement jusqu'à ce que le dessus de l'enrochement atteigne le niveau de la fondation du caisson.

On en place ainsi deux et quelquefois trois rangs.

Ces plates-formes en fascinages ont l'avantage de limiter l'affouillement, le courant n'a pas d'action sur elles, car elles forment un ensemble et, si le terrain s'enlève, ce n'est que sur le bord, la fascine descend et se moule exactement sur le sol.

Il n'en est pas de même des enrochements qui roulent successivement dans les trous affouillés et finissent par y disparaître sans pour cela arrêter l'affouillement.

Il s'ensuit que la jetée atteint, en certains points, de 27 à 33 m avec le mur d'abri et le parapet, et, si la mer venait à se retirer, on pourrait voir le Titan perché sur cette construction et son sommet atteignant une hauteur de plus de 50 m au-dessus du sol *(fig. 37)*.

A cet égard, avant d'arrêter définitivement la largeur de la voie de roulement de cet appareil qui n'a que 4 m d'axe en axe du boudin des roues, nous nous sommes livrés à quelques essais sur la résistance des blocs de béton à l'écrasement.

Nous avons fabriqué des blocs de 2 m de hauteur, 1 m de lon-

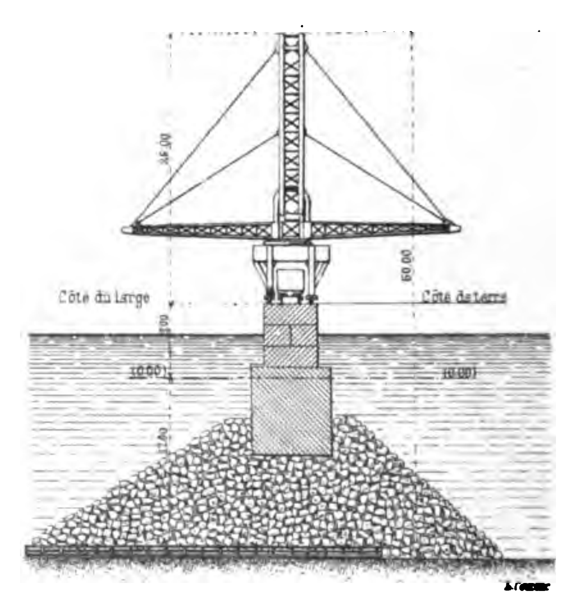


Fig. 37. — Coupe en travers de la jetée surmontée du Titan.

gueur et 1 m de largeur, nous avons placé des rails comme ils le sont sur l'ouvrage et nous avons soumis ces blocs à l'action d'un piston d'une presse hydraulique jusqu'à l'écrasement.

Nous avions craint un instant que, sous l'action de la charge placée aussi prêt de l'arête, il se produise des épaufrures, que l'arête saute. Ce fait ne s'est jamais produit et la ligne d'écrasement a toujours été normale à la surface pressée.

L'écrasement a eu lieu quand on a atteint une pression de 80 kg par centimètre carré. Comme le Titan ne charge, au grand maximum, les blocs que de 33 kg, nous nous en sommes tenus à l'écartement de 4 m.

Il ne s'est jamais produit le moindre écrasement, malgré que la distance de 0,50 m de l'axe des roues à l'arête ait été souvent bien inférieure à ce chiffre jusqu'à être réduite à 0,20 m.

Le mur d'abri et le parapet sont construits à l'aide de blocs de 10 t confectionnés au parc des blocs, amenés par wagon près du lieu d'emploi et mis en œuvre par une grue circulant sur une voie parallèle au mur.

Mur de quai.

Le mur de quai est composé, comme nous l'avons dit, de blocs de 25 m fondés à 8 m sur 746,50 m de longueur, de



Fig. 38. — Grand caisson en construction.

blocs de 25 m fondés à 9,50 m sur 375 m de longueur, et de blocs de 31 m de longueur fondés à 11,50 m sur 450 m de longueur.

Les deux premiers types ont été construits dans le port intérieur de la même façon et avec les mêmes appareils que les blocs de jetée; ils sont aujourd'hui tous placés.

Les caissons du dernier type sont construits actuellement dans la darse; les appareils de montage, de bétonnage et de démou-

lage sont à peu près de même forme, mais ils sont beaucoup plus grands *(fig. 38)*.

Ces caissons seront terminés, nous l'espérons, vers le mois de mars et nous pourrons recommencer la mise en place vers le mois d'avril prochain.

L'immersion des blocs de quai est différente de celle des blocs de la jetée; comme le quai est abrité par celle-ci, qu'il y a du calme et que les points d'amarrage sont solides et nombreux, on procède autrement.

Le bloc est toujours préparé de la même façon, il a sa poutre guide et est remorqué au moment de la marée haute; mais, au lieu de le remplir d'eau et de couler immédiatement quand il est en place, on le maintient à flot, il descend avec la marée et c'est seulement quand il touche le fond qu'on le remplit d'eau pour l'empêcher de se relever.

On comprend que, de cette manière, il est possible de bien aligner les blocs, ce qui est indispensable, car il ne peut pas rester de saillies, sans quoi les navires qui viendront accoster le quai pourraient faire des avaries.

Le remplissage du caisson par du béton et la mise en place des blocs d'élévation sont faits ici par un bateau-bigue qui fait partie de l'outillage à remettre à la Compagnie d'exploitation des ports après achèvement des travaux et dont voici la description.

Bigue flottante de 55 tonnes.

La bigue flottante de 55 t, destinée à l'exploitation du port, a été prévue aussi comme devant être employée, pendant l'exécution des travaux, à la mise en place des blocs de 55 t qui constituent le corps du mur de quai au-dessus des caissons-blocs, ainsi qu'à la manœuvre des caisses de béton employées au remplissage de ces derniers *(fig. 39 et 40)*.

Cet appareil a, pour le mur de quai, à remplir les mêmes fonctions que la Grue-Titan pour le mur de la jetée. La charge étant soulevée par la bigue, c'est en donnant au ponton les mouvements nécessaires qu'on amène celle-là au-dessus de l'emplacement où elle doit être déposée : ces mouvements sont obtenus au moyen de treuils agissant sur des chaînes d'amarre, à la manière des treuils de manœuvre des dragues.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Longueur extrême de la coque	32,00 m
Largeur hors membrures.	11,00
Creux au côté	2,50
Hauteur de l'axe supérieur de la bigue au-dessus du pont.	28,00
Portée de la bigue en dehors de la coque.	8,00

La coque est divisée en six compartiments par cinq cloisons étanches. Elle est raidie par deux carlingues écartées de 4 m

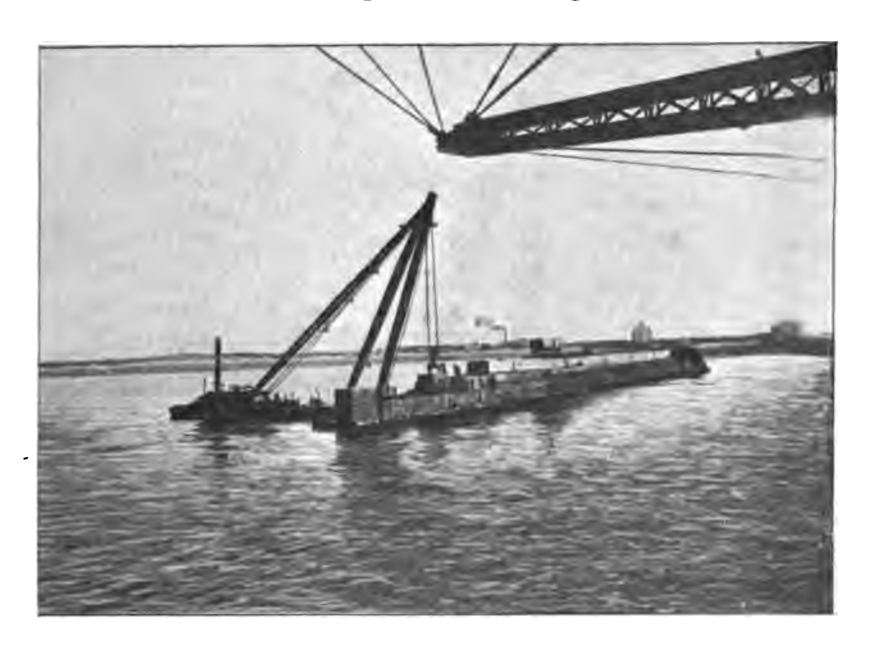


Fig. 39. — Bigue posant les blocs de 55 tonnes.

d'axe en axe et consistant en deux poutres croisillonnées reliant le dessus des varangues au-dessous des barrots du pont.

Des caissons formant une charpente robuste supportent les coussinets des pieds de la bigue. De même, le sabot du tirant de la bigue est fixé à une charpente disposée pour transmettre l'effort aux carlingues. La coque est entièrement en acier.

Un capot, avec deux manches à vent, est disposé au-dessus de la chaudière.

Une claire-voie vitrée est placée au-dessus de la machine principale ; des petits capots donnent accès aux divers compartiments.

Une passerelle portant la roue de gouvernail occupe toute la largeur du pont.

Un lest d'environ 40 t est placé dans le compartiment arrière pour donner à l'appareil les mêmes inclinaisons longitudinales en sens inverse, à vide et en charge.

Le tirant arrière et les deux montants de la bigue ont reçu des sections en forme de caissons; le premier est formé de deux poutres croisillonnées réunies dessus et dessous par des semelles. Les deux montants ont leurs quatre faces en tôle pleine et ont une section renflée au milieu.



Fig. 40. — Bigue coulant du béton.

L'arbre du sommet de la bigue porte, par trois tiges de suspension, les deux poulies des chaînes de 50 mm du gros treuil : l'une comporte une manille d'attache du bout libre de la chaîne, pour supporter la poulie mouflée à laquelle est suspendu le palonnier de 55 t. Sur l'autre, passe la chaîne simple qui porte directement le palonnier des caisses à béton.

Ces deux chaînes sont supportées, au-dessous du tirant arrière, par deux séries de poulies, qui prennent le mou entre le treuil et les poulies supérieures.

Partie mécanique.

Les divers organes mécaniques sont les suivants :

Un treuil double, composé de deux ensembles mécaniques semblables, donne le mouvement à deux chaînes, dont l'une, mouflée, sert au levage des blocs de 55 t; l'autre porte directement la charge de 28 t des caisses de béton.

Un treuil portant six poupées, dont quatre entre les bâtis et deux en dehors, sert aux manœuvres de chaînes pour les mouvements à donner au ponton. L'une de ces chaînes peut servir, avec un mouflage, à lever des charges jusqu'à 5 t, en passant sur une poulie au sommet de la bigue.

Ces machines reçoivent leur mouvement de moteurs électriques alimentés par une dynamo génératrice que commande une machine à vapeur de 75 ch.

Les rapports sont établis de manière à donner à la grosse charge une vitesse d'élévation de 1 m par minute et de 2 m à l'autre; les vitesses pour la remontée des chaînes à vide sont trois fois plus grandes.

Flotteurs pour caissons.

Les deux flotteurs qui servent à soulager les caissons, pour leur passage par l'écluse et le chenal, ont les dimensions suivantes :

Longueur.	24,00 m
Largeur.	2,50
Creux	3,75

Ils sont divisés dans leur longueur en cinq compartiments, par quatre cloisons étanches transversales; les deux compartiments extrêmes sont des chambres à air, les trois autres des chambres à eau; ces derniers sont partagés, par une cloison étanche longitudinale, en six compartiments indépendants.

Un lest en béton, placé seulement dans les chambres à eau, assure la stabilité du flotteur dans certaines limites.

Six clapets de fond, manœuvrés par deux ensemble, au moyen du même mécanisme à vis, permettent l'entrée de l'eau dans les chambres destinées à cet usage.

L'air comprimé, employé à refouler l'eau par ces mêmes cla-



Une machine à vapeur, placée dans le prolongement du puits, manœuvre les clapets, soit pour leur ouverture, soit pour leur fermeture.

Une dernière machine à vapeur actionne une dynamo pour l'éclairage.

Pour le dévasement, nous avons combiné un appareil qui permet de supprimer toutes les chaînes, aussi bien celles d'avancement et de recul, que celles de papillonnage. Ces chaînes sont très gênantes, et deviennent même impossibles à employer,



Fig. 42. — Drague la *Brugeoise*.

quand il s'agit de draguer un chenal où le passage des navires est fréquent.

A l'extrémité du tuyau de succion nous avons ajouté une embouchure spéciale, sorte de tuyau aplati et recourbé, traînant pendant le travail sur le fond, et entrant, par le mouvement d'avancement de la drague, dans la couche de vase à draguer. A l'arrière, la tôle est double sur 0,50 m de hauteur; elle est distante de 0,04 m de celle intérieure; elle est percée de trous par où l'eau pénètre pendant le dragage et facilite l'aspiration. Comme il est nécessaire de ne pas prendre une couche trop épaisse sous peine d'engorger le tuyau, un gros cylindre en tôle d'acier étanche, roulant sur le sol, est placé dans le prolonge-

ment de l'aspirateur et limite, par le moyen de vis de réglage, l'épaisseur de la tranche à enlever *(fig. 43)*.

Pendant le dragage de la vase, il faut arrêter les pompes dès que le puits est plein, sans cela il ne resterait rien dans ceux-ci, la vase ne se décantant pas.

Il faut un quart d'heure pour remplir le puits de 450 m³, la proportion de vase est d'environ 20 0/0.

Au canal Empereur-Guillaume, on emploie un appareil à peu près semblable; on l'a montré il y a deux ans, à Brunsbuttel,



Fig. 43. — Aspirateur pour vase.

aux membres du Congrès de Navigation comme une nouveauté; nous employons le nôtre depuis six ans.

La décharge à terre des produits de dragages se fait de la manière suivante : le tuyau d'aspiration des déblais du puits est placé dans la carlingue centrale; des ouvertures munies de vannes, manœuvrées par des crics, mettent ou interceptent la communication de ce tuyau avec le puits. On commence par faire fonctionner la pompe dragueuse qui aspire de l'eau et la refoule dans le tuyau d'aspiration de la pompe de vidange; on ouvre les petites vannes des puits; le déblai pénètre dans le tuyau d'aspiration, est entraîné par le courant d'eau qui circule dans ce

CHRONIQUE

N° 300.

Sommaire. — Emploi des roues pendantes pour les irrigations. — Le travail dans l'air comprimé. — Vitesses réalisées par l'homme et les animaux. — Installations hydro-électriques en Norvège. — L'utilisation de la tourbe *(suite et fin)*. — Le tunnel du Simplon.

Emploi des roues pendantes pour les irrigations. — L'emploi des roues dites *pendantes* pour les irrigations est fort ancien ; nous croyons néanmoins qu'on va lire avec intérêt les renseignements suivants que l'*Engineering Record* donne sur ces appareils dont l'usage paraît très répandu dans les États de l'Ouest de l'Amérique du Nord. Ces renseignements sont empruntés à un rapport du Département de l'Agriculture.

Les roues pendantes présentent dans bien des cas la solution la plus économique pour élever des quantités modérées d'eau à de faibles hauteurs lorsqu'on dispose d'un courant d'eau suffisant. Leur usage doit être borné à un travail peu considérable, car la dépense de construction croît très rapidement avec la dimension, de sorte qu'on arrive vite à la limite utile. Mais en deçà de cette limite, il y a place pour de très nombreuses applications.

Il y a quelques précautions à employer pour leur établissement. Le courant doit être assez fort pour que l'eau d'aval ne gêne pas le mouvement de la roue. Le meilleur effet utile paraît être obtenu avec 12 palettes dont deux au moins doivent tremper à la fois. Ces palettes ne doivent pas plonger de plus du dixième du diamètre de la roue pour que l'effort de l'eau agisse tangentiellement au cercle de la roue. Il est bon, lorsqu'on le peut, de disposer une sorte de vanne sous laquelle l'eau est obligée de passer.

Une roue pendante de 4,25 m de diamètre, portant des palettes de 2,75 m de longueur et 0,80 m de hauteur, est employée à élever l'eau dans la vallée de Yakima, dans l'État de Washington. Cette roue élève 3 l d'eau par seconde au moyen de godets disposés à une extrémité des palettes. On a employé dans sa construction 330 pieds de bois, mais le rapport fait observer qu'on aurait pu la faire beaucoup moins massive sans diminuer sa capacité. Le prix total des matériaux employés, y compris un bout de tube à gaz qui forme l'arbre, a été de 75 f.

Une roue de 4,60 m entièrement construite avec du bois de 25 mm d'épaisseur et une vieille roue de charrette, fonctionne sur la South Platte River, dans le Colorado ; les bras sont faits de planches de 200 × 25, et sont reliées par des pièces de même échantillon, à 0,60 m de l'extrémité extérieure. Les bouts des bras sont réunis par des fils de fer pour les rendre solidaires. Les palettes ont 1,22 m de longueur et 0,45 m de hauteur. Les godets faits également en bois de 25 mm ont une capacité de 3 l environ. La roue est suspendue de manière à pouvoir s'accommoder des variations du niveau de l'eau ; à cet effet les paliers dans lesquels tourne l'axe sont fixes sur une pièce de bois de 0,25 m

de côté et de 6,10 m de longueur, traversée au milieu de sa longueur par un fer rond qui traverse également deux pieux fichés dans l'eau. Un contrepoids placé à l'extrémité opposée à la roue lui fait équilibre. Un seul homme peut faire la manœuvre. Cette roue élève 7 l d'eau par seconde à la hauteur de 3,05 m, c'est un travail de 0,284 ch, assez minime comme on voit, mais absolument gratuit.

Dans la vallée de Payotte, dans l'Idaho, on voit un certain nombre de roues de ce genre, de 8,50 m de diamètre, portant 28 palettes de 4 m de longueur et 0,76 m de hauteur, dont chacune se termine par un godet. Ces palettes sont fixées sur des bras partant de l'axe et reliés par trois cercles faits en bois de 100 $\times$ 25 pour donner une rigidité suffisante à l'ensemble. Ces roues sont construites avec beaucoup de soins, elles tournent dans un coursier avec seulement 50 mm de jeu. Elles sont établies à demeure et ne se prêtent pas aux variations du niveau de l'eau. Le prix de ces roues, y compris le coursier et les supports, est de 750 f. Un de ces appareils a fonctionné pendant six ans sans nécessiter aucune réparation et n'a rien coûté, si ce n'est le graissage et la main-d'œuvre nécessaire pour le sortir de l'eau et l'y remettre à la fin et au commencement de chaque saison d'irrigation.

Au bout de ces six années, il a fallu y faire pour 250 f de réparations nécessitées notamment par le remplacement de l'arbre et on estime qu'après il faudra dépenser de 50 à 75 f chaque année.

Sur l'Adige, en Italie, on trouve de ces roues qui ont 15 m de diamètre et élèvent l'eau à 12 m. Les rayons sont des perches légères reliées par des pièces d'échantillon encore plus faible. La jante forme une boite continue divisée en compartiments dont chacun porte une sorte de clapet qui s'ouvre lorsque la partie correspondante est immergée et se ferme lorsqu'elle sort de l'eau.

On a à diverses reprises essayé de faire mouvoir des pompes rotatives par des roues pendantes. Ainsi nous citerons une roue de 3,35 m de diamètre et 5,30 m de longueur qui actionne une pompe élevant 9 l d'eau par seconde à une hauteur de 15 m environ, soit un travail de 1,7 ch. L'installation complète, y compris la pompe, a coûté 1 000 f.

Le travail dans l'air comprimé. — D'après une communication adressée au *Times*, il semblerait que la science a enfin trouvé l'explication de ce qu'on appelle en Angleterre le mal des caissons, c'est-à-dire des phénomènes qui affectent les ouvriers travaillant sous une pression très notablement supérieure à la pression atmosphérique. On sait depuis longtemps que ce genre de travail présente un certain danger et que ceux qui s'y livrent ressentent des effets caractéristiques, mais variant considérablement suivant les individus. D'autre part l'expérience a montré que ces dangers peuvent être atténués dans une très large mesure en rendant très lent le changement de pression dans un sens ou dans l'autre et en assurant une ventilation énergique dans les chambres de travail.

Les médecins avaient présenté diverses hypothèses pour expliquer les symptômes éprouvés par les victimes de ce mal, symptômes qui consistent généralement dans des douleurs aux jointures, une paralysie par-

tielle, de la surdité, des vertiges, même la perte de connaissance, etc., mais il était réservé aux professeurs Hill et Macleod d'exposer la pathologie complète des symptômes observés et, par l'explication des phénomènes, de donner aux ingénieurs les moyens de, non seulement atténuer les inconvénients du travail dans l'air comprimé, mais encore de reculer très notablement les limites dans lesquelles ce travail peut être exécuté. Si ces explications ne contiennent, pour ainsi dire, pas de faits nouveaux relativement au principe des mesures à employer contre les accidents éprouvés par les ouvriers, elles ont l'avantage de montrer la liaison scientifique entre les causes du mal et ses effets, de façon à accentuer l'importance des précautions à prendre et à en assurer l'exécution d'une manière plus rigide.

Les recherches dont nous parlons ont fait reconnaître que les symptômes de diverse nature observés sur les victimes du mal des caissons proviennent de l'effervescence du sang dans les petits vaisseaux amenée par une dépression trop rapide, effervescence causée par l'échappement de l'excès d'air absorbé par le sang dans la période de compression, effet qu'on pourrait comparer dans une certaine mesure à l'échappement du gaz d'un vin mousseux d'une bouteille qu'on vient de déboucher. Cet échappement brusque d'air dans les vaisseaux sanguins gêne la circulation dans les parties voisines et la nature des symptômes observés varie suivant la position des parties où l'absorption et l'échappement se produisent. La gravité des résultats dépend de la pression, de la durée de l'exposition à cette pression, et de la rapidité de la dépression. Une série d'expériences faites sur des animaux a fait voir que la production de ces symptômes peut être totalement empêchée, même à des pressions considérables, par la simple précaution de rendre la dépression très lente, de manière que l'échappement de l'excès d'air du sang se fasse très graduellement et sans formation de mousse.

Une précaution à prendre pour résoudre pratiquement le problème serait la présence d'une chambre intermédiaire où le changement de pression pourrait se faire progressivement et où les ouvriers seraient obligés de séjourner un certain temps, sans pouvoir, comme ils le font ordinairement, s'empresser de passer à l'air extérieur dès leur période de travail accomplie. Les professeurs Hill et Macleod concluent de leurs expériences que la simple observation de ces précautions permettrait d'arriver en pratique à employer des pressions d'air doubles de celles en usage actuellement et qui ne dépassent pas 20 à 30 m d'eau représentant 2 à 3 atm. Il est vrai qu'actuellement des plongeurs descendent exceptionnellement à 40 m au-dessous du niveau de l'eau, mais il faut des organisations spéciales et la fatigue de l'homme est très grande. Le fait de pouvoir descendre à 60 m sous l'eau aurait des conséquences très importantes pour la pêche des perles, l'industrie du sauvetage, les travaux de fondations, etc., et montrerait une fois de plus quels avantages commerciaux peuvent amener des recherches dans un ordre purement scientifique.

Vitesses réalisées par l'homme et les animaux. — Nous avons, dans la Chronique de juin 1892, page 844, indiqué les vitesses

réalisées dans divers moyens de transport. Nous donnons ci-après les observations faites dans un ordre d'idées qui s'en rapproche par un expérimentateur allemand, M. Joseph Olshausen, telles que nous les trouvons dans le supplément du *Scientific American*; ces observations constituent un ensemble de faits des plus curieux d'après lesquels on pourrait établir une classification des êtres au point de vue de la rapidité de déplacement dont ils sont susceptibles.

L'homme peut réaliser des vitesses considérables, mais seulement à l'aide de moyens artificiels. Un bon marcheur sur une bonne route fait normalement 6 km à l'heure. Le soldat allemand fait, en marche ordinaire, un peu plus de 5 km, si la marche ne dure pas trop longtemps, mais au bout de huit jours de marche il ne donne plus que 30 km par jour. Au pas accéléré, il fait jusqu'à 8 km à l'heure.

En sautant, des acrobates peuvent atteindre une vitesse de 10 m par seconde. Un nageur fait en moyenne, sans se fatiguer, 1 m par seconde. Une embarcation mue par huit rameurs atteint une vitesse de 5 m par seconde.

Un patineur fait 8 à 9 m par seconde; avec des skies, un homme peut faire jusqu'à 20 m, et, en bondissant, jusqu'à 30 m dans le même laps de temps. Cette dernière vitesse n'est, bien entendu, obtenue que sur une faible distance; on cite, dans cet ordre d'idées, un record de 36 m.

Des bateaux sur la glace ont fait 33 m par seconde, soit près de 120 km à l'heure.

La plus grande vitesse réalisée avec une bicyclette est de 20 m par seconde.

Le cheval au trot fait 10 km à l'heure pendant un laps de temps considérable. Le chien le plus rapide du monde, le borzoï, employé en Russie pour chasser le loup, parcourt 23 m par seconde ce qui ferait 83 km à l'heure, si l'animal pouvait faire ce parcours, ce qui est loin d'être le cas.

La gazelle, quelque agile qu'elle soit, ne l'est pas autant que l'autruche, qui peut donner une vitesse de 30 m par seconde, en s'aidant. il est vrai, de ses ailes qui, si elles lui servent peu pour voler, lui sont très utiles pour courir.

Une baleine harponnée plonge à raison de 4 m par seconde.

Le rainpiper de Virginie vole à raison de 110 km à l'heure, et l'hirondelle d'Europe peut faire 120 km dans le même temps. Des observations suivies ont fait voir qu'une certaine espèce de corbeau, qui habite les côtes allemandes de la Mer du Nord, peut faire en trois heures un parcours de 130 km. Une espèce de faucon vole du nord de l'Afrique au nord de l'Allemagne en onze heures.

Les êtres les plus lents sont les limaçons et certains coléoptères, qui ne parcourent pas plus de 0,30 m à l'heure, mais cette lenteur tient en partie à ce qu'ils ne marchent que par intervalles. En observant leur marche, on a trouvé que la vitesse maxima des escargots correspond à 1,70 m par heure.

La coccinelle représente un cheval de course par rapport aux êtres précédents, car elle grimpe sur un brin de gazon à raison de 5 cm par seconde, ce qui correspond à 180 m par heure. On peut faire observer, en passant, que cette vitesse est précisément celle avec laquelle le *Fram*,

navire de l'expédition polaire de Nansen, dérivait avec la glace dans laquelle il fut pris pendant deux ans et demi.

Lorsqu'il abandonna le *Fram* pour se servir de traîneaux attelés de chiens, Nansen ne fit pas énormément plus, car son parcours journalier dépassa rarement 14,5 km.

Aucune des vitesses développées pendant un certain temps et rapportées ci-dessus ne peut se comparer à celles qui sont réalisées pendant un court espace de temps, tel qu'une seconde ou une fraction de seconde, par des êtres très petits. Ainsi, une souris qu'on trouve dans les déserts de l'Afrique parcourt en sautant 30 m en une seconde; chaque bond représente environ 3 m; elle ne peut évidemment soutenir longtemps cette allure; elle laissera derrière elle le lévrier le plus rapide, mais, au bout de quelques instants, elle se trouve assez fatiguée pour se laisser prendre.

La mouche commune est encore plus rapide; elle peut faire 250 m par seconde; si elle pouvait soutenir cette allure sans arrêt, elle pourrait faire 15 km dans une minute. Ces vitesses ne sont rien par rapport à certaines vitesses qu'on observe dans l'atmosphère. On a constaté que des fumées volcaniques se déplacent à raison de 24 km par minute, et les secousses de tremblements de terre à raison de 550 m par seconde.

Plusieurs de ces chiffres paraîtront bien extraordinaires; nous laissons à leur sujet toute la responsabilité à l'auteur, ne les donnant qu'à titre de curiosité.

Installation hydro-électrique en Norvège. — La Norvège, bien que particulièrement riche en énergie électrique, ne possédait cependant jusqu'ici, faute d'utilisation possible, que quelques rares usines hydro-électriques. La première installation réellement importante vient d'être mise en exploitation sur le Glommen; elle dispose d'une puissance de 12 000 ch; elle est prévue pour une puissance totale de 52 000.

Le Glommen, le fleuve le plus important de la Norvège, coule du nord au sud, et se jette dans le fjord de Christiania, à Frederikstad; son bassin hydrographique mesure environ 41 400 km²; le point le plus élevé de ce bassin se trouve à une altitude de 2 560 m au-dessus du niveau de la mer. Comme la plupart des fleuves de la Norvège, le bassin du Glommen renferme un grand nombre de lacs intérieurs, dont le plus important est le lac Mjösen, qui présente une surface de 359 km².

La superficie totale des différents lacs enclavés dans le bassin de ce fleuve est d'environ 1 200 km², soit à peu près 3,5 0/0 de la superficie du bassin même. Ces lacs régularisent le débit du fleuve, et forment un lieu de dépôt pour les apports toujours très importants des rivières de la Norvège. Toutefois, et malgré leur grande étendue relative, ces lacs ne parviennent pas à régulariser entièrement le débit des eaux, qui reste très variable; le fleuve est soumis, en effet, au régime glaciaire, suivant lequel la période d'étiage comprend généralement les mois d'hiver, tandis que les mois de juin, juillet et août, surtout les deux derniers, correspondent à la période des hautes eaux. Pendant la période d'étiage, le débit du fleuve descend parfois à 100 m³ par seconde; pendant la période des hautes eaux, au contraire, il atteint en moyenne 2000 m³; la crue

de 1860 a même fait constater un débit exceptionnel de 4 500 m³. D'un autre côté. le fleuve s'écoulant du lac Oejeren dans une vallée relativement étroite, les débits d'étiage et des hautes eaux produisent des dénivellations dans le plan d'eau atteignant en certains endroits jusqu'à 13 m.

Ces variations de débit, si considérables au cours d'une année, ont fait rechercher par les Ingénieurs s'il n'y aurait pas moyen de créer un grand réservoir en amont de Kykkelsrud. Le lac Mjösen, déjà si étendu, devait tout naturellement attirer l'attention; il fut reconnu qu'en élevant le niveau de ce lac de 4 m seulement — opération relativement facile par suite de l'étroitesse de la gorge d'écoulement du fleuve — on pouvait opérer une retenue de 1 500 millions de mètres cubes, ce qui permettrait de porter, pendant la période d'étiage, le débit du fleuve à 300 m³ par seconde. Cette élévation du plan d'eau du lac Mjösen sera probablement réalisée au moyen d'un barrage à aiguilles.

Au sortir du lac Oejeren, situé à 60 km en aval du lac Mjosen, et à l'altitude moyenne de 103 m, le Glommen présente une série de chutes et de rapides comportant, sur une longueur de 20 km, une chute totale d'environ 75 m.

Jusqu'ici, un seul de ces rapides a été utilisé par l'industrie; c'est celui de Kykkelsrud, situé à 63 km de Christiania, et présentant une chute totale moyenne de 19 m. Les installations hydrauliques ont été établies en se basant sur un débit minimum de 260 m³ par seconde. En ce qui concerne spécialement les installations hydrauliques, l'usine de force ne comporte actuellement que quatre groupes électrogènes, de 3 000 ch; les fondations de l'usine ont été cependant prévues pour recevoir plus tard huit autres groupes électrogènes, de 5 000 ch. On peut ajouter que la chute voisine de Fossemfos, appartenant également à la même Société, pourra venir encore accroitre la puissance de l'usine de Kykkelsrud.

Les travaux ont été commencés en 1900; ils étaient rendus d'autant plus difficiles que le temps à leur consacrer était plus réduit, vu le régime d'un fleuve à débit très variable, et cette circonstance, que la période de bétonnage devait coïncider avec les quelques mois d'étiage, c'est-à-dire avec la période d'hiver.

Malgré tous ces obstacles, les travaux purent être entièrement terminées en septembre 1903.

Les constructions à élever au milieu du fleuve ont été étudiées de façon à ne pas entraver la descente des bois de flottage. Le transport du bois sur le Glommen, concedé à une Société, s'opère d'une façon assez rudimentaire; les troncs d'arbres provenant du bassin supérieur du Glommen sont mis à l'eau au printemps, et la descente s'effectue par gravitation sur plusieurs centaines de kilomètres de longueur.

Pour le passage des lacs, les bois de flottage sont réunis en trains et remorqués par des vapeurs. Plusieurs millions de troncs d'arbres descendent ainsi le cours du fleuve durant la période de mai à octobre. Les bois sont recueillis à Sarpsborg ou à Frederikstad, où ils sont travaillés dans les scieries ou dans les fabriques de pâte de bois.

La prise d'eau pour l'usine nouvelle est établie dans le Glommen, à

un endroit où le fleuve est partagé en deux bras. Sur l'un de ces bras, est un barrage fixe, sur l'autre, un barrage mobile. Devant le chenal de prise d'eau, un peu en amont du barrage fixe, se trouve un arrêt pour les corps flottants.

Le canal d'amenée, d'une longueur de 1 km environ, a présenté des difficultés de construction, par suite de l'étroitesse de la vallée et des couches de granit qu'il traverse. Son profil est profond et étroit, tantôt maçonné, tantôt creusé directement dans la roche; la vitesse de l'eau y est de 2,50 à 3 m par seconde.

A son origine, le chenal a 27,40 m de largeur, il est en entonnoir, et le profil normal comporte 8 m de largeur au radier des parois et à fruit de 1/10. Il a 1,60 m de pente par 1 000 m, et 80 m² de section mouillée, pouvant être portée à 105 m².

Pendant la période des hautes eaux, la section mouillée atteint 135 m². Le débit normal est de 200 m³. Sous l'action d'une chute de 15 m, la puissance disponible est de 36 000 ch. Au moyen du barrage mobile à placer sur l'un des bras du fleuve, la chute disponible à l'époque des basses eaux pourra être portée à 21,35 m, ce qui portera le débit à 207 m³ à la seconde, et donnera une puissance de 44 000 ch; la vitesse moyenne des eaux se réduira alors à 1 m. Pendant la période des hautes eaux, la chute sera encore de 16 m, et le débit de 275 m³, correspondant à 43 000 ch, et à une vitesse de 2,10 m, sous une perte de charge de 1 m environ.

Un déversoir de 100 m de longueur, pouvant débiter 200 m³ par seconde, est placé près de l'usine; de même, trois vannes de vidange peuvent opérer des chasses de nettoyage.

A l'extrémité aval du canal d'amenée se trouvent la chambre de distribution et les conduites forcées. La chambre a 28 m de largeur et 128 m de longueur; elle est munie, à son extrémité amont, de vannes ménagées, pour écarter les corps flottants.

Les conduites forcées, de section rectangulaire, ont une largeur uniforme de 4.50 m, et une hauteur de 3 m pour les turbines excitatrices de 280 ch; elles ont 6 m pour les turbines de 3 000 ch, et 9 m pour celles de 5 000 ch. La section rectangulaire de ces conduites se transforme insensiblement vers l'aval en section circulaire. A l'extrémité de chaque conduite se trouve un vannage à commande électrique, une grille, un dispositif de remplissage et un tuyau de 503 mm de diamètre pour l'évacuation de l'air.

L'usine proprement dite est constituée par un bâtiment à deux étages. Les turbines sont installées à l'étage inférieur, les alternateurs — lesquels sont directement couplés avec les turbines — se trouvent à l'étage supérieur.

La circonstance que la chute utilisable variait entre 13,90 m et 19,50 m, et que les eaux aval présentaient des différences de niveau très grandes, pouvant aller jusqu'à 12,35 m, conduisirent à adopter des turbines verticales fermées du système Francis.

Les turbines d'excitation sont toutes deux alimentées par une même conduite. Leur rendement minimum a été garanti de 76 0/0, avec une consommation de 1,75 m³ par seconde, à la vitesse de 325 tours à la mi-

nute et sous une chute de 16 m. Le dispositif destiné à diminuer la pression et les frottements considérables sur la crapaudine est, pour ces turbines, obtenu hydrauliquement, car les compresseurs destinés à fournir l'huile sous pression pour l'allégement des grandes turbines, sont actionnés par des moteurs électriques, lesquels reçoivent eux-mêmes le courant des dynamos excitatrices.

La turbine de 3000 ch marche à 150 tours par minute ; elle dépense de 19 à 15 m³ d'eau par seconde, suivant que la chute varie de 16 à 19 m. Elle est garantie pour un rendement de 75 0/0, avec une chute de 16 m. Le rendement ne peut descendre au-dessous de 72 0/0 pour une augmentation ou une réduction de moins de 2 m dans la hauteur de chute, la vitesse normale restant de 150 tours par minute.

Les dynamos d'excitation qui servent également à l'éclairage de l'usine, ont une puissance de 180 kilowatts, sous une tension de 115 volts.

Les deux génératrices à courant triphasé comportent chacune une couronne inductrice de 5 m de diamètre ; leur puissance est de 2500 kilovoltampères pour $\cos \varphi = 0{,}8$, leur tension est de 5000 volts ; les inducteurs ont quarante pôles et tournent à 150 tours par minute, ce qui correspond à une fréquence de 50 périodes.

Le tableau de distribution est pourvu de tous les appareils d'interruption et de mesure ; le couplage des génératrices a été l'objet de dispositions spéciales dans le détail desquelles nous n'entrerons pas.

Une série de transformateurs élèvent la tension à 20000 volts ; toutes les canalisations à haute tension sont installées sur des charpentes métalliques avec isolateurs de grand modèle.

Le réseau de distribution comprend quatre lignes nord et une ligne sud et sept sous-stations dans lesquelles des transformateurs ramènent la tension à 5000 volts ; d'autres transformateurs, enfin, placés aux points d'utilisation, abaissent le courant à la tension de 150 volts. Ce qui précède est un résumé d'un article du *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, résumé que nous empruntons aux *Annales des Travaux publics de Belgique*.

L'utilisation de la tourbe *(suite et fin)*. — La valeur relative des briquettes de tourbe et des briquettes de lignite peut être appréciée par les proportions correspondantes de cendres, attendu que les compositions pour le reste sont sensiblement les mêmes dans les deux cas.

En effet, des analyses faites en Allemagne ont donné les résultats suivants :

	Briquettes de tourbe.	Briquettes de lignite.
Eau	18,00	24,18
Cendres	16,00	6,00
Hydrocarbures	16,88	16,10
Goudron	10,00	11,42
Carbone	39,12	42,30
	100,00	100,00

On voit que ces proportions donnent 70 0/0 de matières combustibles pour le lignite et 66 0/0 pour la tourbe ; la différence est faible, mais celle de la proportions de cendres est relativement grande. On doit donc admettre que lorsqu'on peut, comme en Allemagne, avoir des briquettes de lignite au prix de 10 f la tonne à l'usine, il n'y a aucun intérêt à faire des briquettes de tourbe dont le prix de revient atteindrait, comme on l'a vu ci-dessus, un chiffre supérieur.

Il est donc de toute nécessité d'abaisser ce prix, et c'est là-dessus que les recherches doivent se porter. On peut signaler à ce sujet l'intérêt qu'il y a à laisser la tourbe plus longtemps exposée à l'air parce qu'elle se sèche davantage et se ramollit en même temps de manière qu'il faut moins d'effort pour la triturer, d'où moins d'usure pour les machines et aussi possibilité d'employer des appareils plus légers et moins coûteux. Il y aura aussi une économie appréciable sur le chapitre du combustible brûlé pour évaporer l'eau restant dans la matière.

Une autre méthode d'utiliser la tourbe est sa conversion en coke. L'extraction se fait comme précédemment. Les blocs extraits sont jetés sur un transporteur incliné qui les amène à une presse d'une disposition spéciale, due à M. Lacht, de Kolberg, Allemagne, dans laquelle des couteaux disposés en spirale les triturent, en faisant sortir l'eau, et les réduisent en pâte, laquelle est refoulée par une ouverture à la sortie de laquelle elle est coupée en briquettes.

Ces briquettes qui contiennent encore beaucoup d'humidité sont chargées sur des wagonnets qui les portent à une étuve fermée aux deux extrémités par des portes. Le foyer qui chauffe cette étuve a de particulier qu'il est alimenté à l'air chaud obtenu par la circulation de l'air dans des tuyaux placés dans les parois ; on réalise ainsi une certaine économie de combustible.

Les gaz de la combustion sont envoyés dans l'étuve par un tuyau perforé placé à la partie inférieure, de sorte qu'ils s'élèvent en entourant les briquettes chargées sur les wagonnets et évaporent une grande partie de l'eau contenue. Comme le passage dans l'étuve n'a d'autre objet que la dessiccation, on a soin de ne pas élever la température à un point où les produits volatils pourraient éprouver un commencement de décomposition.

Lorsque la matière est suffisamment desséchée, on fait sortir les wagonnets par la porte opposée à celle par laquelle ils sont entrés et on les introduit dans une cornue placée en face du séchoir. La matière est alors sous forme de briquettes dures et compactes qui ne contiennent plus que 8 à 10 0/0 d'eau. On ne saurait pousser la dessiccation plus loin sans risque d'un commencement de décomposition. On peut d'ailleurs déjà employer la tourbe comme combustible sous la forme que nous venons d'indiquer. Jusqu'ici, il n'y a rien de nouveau ; les conditions à remplir pour faire, par ce moyen, un combustible capable d'être utilisé avec quelque avantage sont : 1° d'éliminer d'abord mécaniquement une partie de l'eau contenue dans la tourbe ; 2° de comprimer celle-ci sous forme de briquettes compactes ; 3° de dessécher celles-ci jusqu'au point au delà duquel la décomposition se produirait.

La cuisson de la tourbe se produit dans une cornue chauffée par un

foyer, de sorte que la distillation des produits volatifs s'effectue sans risque de combustion de la matière.

La cornue est disposée comme le séchoir, avec une porte à chaque extrémité. Les gaz sortent par la partie inférieure et traversent divers appareils laveurs et condenseurs avant d'arriver au gazomètre. Lorsque la conversion en coke est achevée, on sort rapidement les wagonnets et on en introduit d'autres. Les premiers sont poussés dans une chambre de refroidissement qui est simplement une enceinte métallique fermée dans laquelle le coke se refroidit sans éprouver les pertes par combustion partielle qui se produiraient nécessairement en plein air.

Il y a intérêt à faire les cornues ou chambres de distillation de grandes dimensions, on peut leur donner, par exemple, 30 m de longueur et les faire assez larges pour permettre l'établissement de plusieurs voies parallèles ; elles sont en tôle avec enveloppe en briques. Le foyer est sur le côté ; il contient un surchauffeur qui porte à une température élevée la vapeur qu'on mélange aux gaz de la combustion ; ce mélange pénètre dans la cornue par un tube percé de trous. Ces gaz après avoir baigné les briquettes et mélangés avec les produits de la distillation de celles-ci sortent par un conduit aboutissant aux appareils de lavage et au gazomètre.

L'emploi de chambres de refroidissement séparées a l'avantage de rendre le procédé continu et d'économiser le temps et la chaleur perdus si on laissait refroidir le coke dans la chambre de distillation. On obtient aussi dans celle-ci une température plus uniforme ; celle-ci doit être réglée entre 300 et 350° C., tandis que dans le séchoir ou étuve qui précède la cornue, la température ne dépasse jamais 150 degrés.

Avec la méthode que nous venons d'indiquer 100 kg de tourbe desséchée donnent les quantités suivantes de divers produits : 1 kg d'alcool méthylique ; 2 kg d'acide acétique ; 1 kg d'ammoniaque anhydre ; 8,4 m³ de gaz combustibles ; 6 kg de goudron, et 32 kg de coke.

Un autre procédé d'utiliser la tourbe consiste à la transformer entièrement en gaz combustibles dans un gazogène ; cet appareil peut affecter diverses dispositions, le gaz qui en sort passe dans un scrubber et va de là dans un gazomètre où on l'emmagasine pour l'utiliser.

Depuis longtemps on emploie la tourbe comme combustible à Motala, en Suède, d'abord pour les fours à puddler et plus tard pour les fours à sole destinés à la fabrication de l'acier.

La tourbe est extraite sur les bords du lac Wetter, transportée par des bateaux à voiles et emmagasinée sous des hangars et, enfin, transportée par voie ferrée aux gazogènes.

On consomme par an de 11 à 14 000 m³ de tourbe sèche, qui coûte environ 4,50 f le mètre cube rendue à Motala. On emploie deux gazogènes de grandes dimensions d'où le gaz va aux fours à sole en traversant un condenseur où il abandonne la plus grande partie de la vapeur d'eau qu'il contient. Ce gaz est plus coûteux que le gaz de houille, à cause de la distance de transport de la tourbe, on lui donne cependant la préférence parce qu'il est presque entièrement exempt de soufre et de phosphore. Il y a également un gazogène de plus petites dimensions

pour alimenter un four à réchauffer les tôles; on trouve que les tôles minces ainsi chauffées donnent moins d'oxyde.

A la conférence industrielle qui s'est tenue à l'Exposition de Cork en 1902, il a été lu deux mémoires relatifs à l'industrie de la tourbe, un de M. J. Tissington Turlow, l'autre du Lieutenant général Sir R. H. Sankey. Le premier a signalé les avantages retirés sur le continent de l'extraction mécanique de la tourbe et de l'emploi de la litière de tourbe et indique qu'il serait possible d'obtenir les mêmes résultats en Irlande. Le second de ces auteurs a insisté sur la possibilité d'utiliser les immenses dépôts de tourbe de l'Irlande pour la production à bon marché de la force motrice et de l'électricité; il n'a pas laissé ignorer, d'ailleurs, qu'un obstacle dont il fallait tenir compte, est que la tourbe, le combustible par excellence du peuple en Irlande, devient, chaque année, moins abondant et plus cher. Déjà, l'année dernière, on a commencé, dans le Comté de Cavan, des expériences sur l'extraction mécanique de la tourbe ; les défauts essentiels du mode d'exploitation actuel sont le prix élevé des terrains des tourbières, le trop grand nombre de tranchées, la difficulté du séchage par suite de la trop grande épaisseur de matière em pilée et les pertes de temps et d'argent amenées par les transports.

En juin 1903, on installa des appareils avec moteur de 2 ch pour l'extraction et la préparation mécanique de la tourbe et des essais furent faits par M. Tutlow qui avait amené un mécanicien d'Allemagne. On trouva que le combustible préparé mécaniquement était meilleur et moins coûteux que celui qui était préparé à la main, mais malgré les bons résultats obtenus on dut arriver à la conclusion que l'industrie de la tourbe n'est pas capable de produire les intérêts relativement élevés qu'exigent les capitaux fournis par des Sociétés. La tourbe est un produit de valeur très variable et il n'y a pas de marché d'une fixité suffisante.

Pour arriver a des résultats commerciaux acceptables, aucun des sous-produits ne doit être négligé ; on doit réduire les manutentions au strict nécessaire et, ce qui est plus difficile à réaliser, on devrait pouvoir ne tenir compte, pour la fabrication, ni de l'état de l'atmosphère, ni de la saison.

Les renseignements qui précèdent sont extraits de l'*Iron and Coal Trades Review*.

Le tunnel du Simplon. — Dans notre article sur ce sujet de la Chronique de mai 1904, page 696, nous disions qu'on pouvait prévoir la rencontre des deux galeries d'avancement pour la fin de novembre, à la condition toutefois que les sources d'eau chaude ne vinssent pas entraver par trop les travaux au moment où l'avancement de la galerie sud arriverait dans la partie d'où on voit sourdre ces sources. C'est malheureusement ce qui est arrivé et ce qui a amené de nouveaux retards sur les prévisions.

Au 1er juin 1904, la longueur totale des deux galeries d'avancement atteignait 18 912 m, de sorte qu'il restait à percer 818 m. Voici les avancements mensuels depuis cette date :

	NORD		SUD		TOTAL	
Juin . . .	0	10 376 m	182	8 719 m	182	19 095 m
Juillet . .	0	10 376	210	8 929	210	19 305
Août. . .	0	10 376	157	9 086	157	19 462
Septembre	0	10 376	25	9 111	25	19 487

Il ne restait plus le 6 septembre que 243 m à percer lorsque la rencontre de nouvelles sources chaudes à l'avancement sud vint interrompre la perforation. Voici comment ce fait est indiqué dans le rapport trimestriel au 30 septembre 1904.

Le 6 septembre, au km 9 110 et pendant le marinage, le plafond s'effondra tout à coup en laissant passer une masse d'eau chaude très volumineuse. Cette eau accusait une température de 44° C., tandis que celle-ci n'atteignait, dans la roche, que 42,5° C. au km 9068. Le débit de cette nouvelle source, qui était d'environ 4 200 l par minute le 6 septembre, s'est abaissé à 3 600 l le 9 octobre; par contre, à cette dernière date, sa température s'était élevée à 45° 4 et sa dureté avait diminué; le fait que les sources de Brigue ont une tendance à se refroidir, ajouté à la grande différence de dureté, semble prouver que les dernières venues d'eau du côté sud sont indépendantes de celles du côté nord.

Par suite de ces dernières venues d'eau, les travaux de perforation ont dû être arrêtés jusqu'après l'achèvement du canal d'écoulement et de la conduite de réfrigération (dont il manquait encore 2 km) jusqu'au front d'attaque; en effet l'eau chaude dégageait à l'avancement une telle quantité de chaleur que la conduite d'eau à haute pression ne pouvait plus suffire à la perforation et au rafraichissement de l'atmosphère. La suspension totale de l'avancement était rendue nécessaire jusqu'au moment où des travaux préparatoires de réfrigération et d'écoulement seraient exécutés.

On a repris depuis la perforation dans la galerie parallèle. En effet le forage de cette galerie était resté de 60 m en arrière de celui de la galerie principale et il s'agissait de l'amener à la même profondeur, de façon à pouvoir réunir les deux tunnels au moyen d'une galerie transversale par laquelle on acheminerait les eaux chaudes dans la galerie parallèle où elles se mélangeraient avec les eaux froides qui s'y rencontrent en très grande quantité.

Pendant le mois de novembre, on n'a pas repris les travaux d'avancement dans la galerie principale, on a continué la perforation dans la galerie parallèle d'abord à la main, puis à partir du 29 novembre à la machine. On a ainsi dépassé de 10 m le point extrême de la galerie principale, mais, le 11 novembre, on a rencontré dans la galerie parallèle, à la même hauteur que dans la galerie principale, des sources chaudes. L'eau a beaucoup diminué dans cette dernière, mais si on fait la somme des venues d'eau des deux galeries, on constate que la quantité d'eau chaude est allée en augmentant. Les eaux provenant du tun-

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Octobre 1904.

Expériences sur le travail des machines-outils, par M. Codron *(suite)*.

Cette partie continue l'étude du forage et examine les résultats obtenus avec diverses dispositions de tranchants sur les divers métaux.

Notes de mécanique. — On trouve dans ces notes une étude sur les moteurs à gaz et à pétrole à injection d'eau et une sur les voitures à bogies Lindenthal, la description de la locomotive Mallet du Baltimore Ohio, qui figure à l'Exposition de Saint-Louis, et une note sur la liquéfaction de l'oxygène par M. W. Travers.

Novembre 1904.

Rapport de M. J. Violle sur **les appareils de chauffage de la Société française de chaleur et lumière**.

Pour l'éclairage, la Société française de chaleur et lumière emploie le bec Kern qui utilise l'incandescence d'un manchon chauffé par un brûleur sans cheminée de tirage, ce qui a l'avantage d'éviter la perte sensible de lumière que donne une cheminée se salissant forcément assez vite. Un bon bec de ce genre, dépensant 140 l de gaz à l'heure, donne environ 80 bougies, ce qui met la bougie-heure, avec du gaz à 20 centimes, à trente cinquantièmes de millime.

La même Société fabrique deux types de réchauds à gaz dont l'un, à flamme plate, fait bouillir 1 l d'eau en 6,5 minutes, avec une consommation de 32 l de gaz; l'autre, avec une couronne de petites flammes dardées horizontalement, fait bouillir 1 l d'eau en 11 minutes en dépensant 37 l de gaz.

Cette Société fabrique également des radiateurs à gaz composés d'un certain nombre de tubes perforés en terre réfractaire très mince, chauffés par une flamme légèrement réductrice sous l'action de laquelle ils deviennent de véritables manchons à incandescence thermique pouvant servir au chauffage des pièces avec l'avantage de donner des produits de combustion totalement exempts d'oxyde de carbone.

Rapport de M. A. Barbet sur **une presse** présentée par M. Wyssling et destinée au moulage des pierres artificielles formées de sable et de chaux.

Cette presse est employée à la fabrication des briques de sable et chaux; la compression du mélange s'opère par des genouillères simul-

tanément des deux côtés, pour que la pression se répartisse régulièrement dans toute la masse ; la pression se règle par l'interposition de rondelles embouties formant ressort.

Rapport de M. Ed. Sauvage sur **les chaudières Montupet.**

Ces chaudières ont été décrites par leur inventeur lui-même devant la Société des Ingénieurs Civils; nous croyons donc devoir renvoyer nos lecteurs au Bulletin de juin 1903, page 832.

Le poinçonnage envisagé comme méthode d'essai, par M. L. Baclé.

On sait que les praticiens ont reconnu depuis longtemps qu'il est possible d'utiliser certaines opérations courantes d'atelier telles que le poinçonnage par exemple, pour obtenir des indications au moins approximatives sur les qualités des métaux traités. L'effort à exercer varie suivant la résistance du métal et peut servir à la mesurer. On a entrepris de nombreuses recherches pour arriver à mesurer facilement cet effort; nous citerons notamment l'appareil élasticimètre imaginé en 1894 par M. Fremont et qui donne un diagramme direct du poinçonnage en utilisant la flexion élastique du bâti de la machine. M. Baclé est parti de ce principe pour rechercher s'il ne serait pas possible de retrouver dans ce diagramme les données caractéristiques de l'essai à la traction et de trouver ainsi le moyen vainement cherché jusqu'à présent d'utiliser le poinçonnage comme méthode d'essai. Il a opéré, avec une poinçonneuse d'étude construite par M. Fremont et pouvant réaliser une flexion du bâti de 4 mm pour un effort de 100 t, flexion qui est amplifiée 50 fois par l'appareil enregistreur.

Les conclusions de ces recherches sont que la véritable indication à demander au poinçonnage est la mesure de la résistance du métal, ce qui suffit généralement et qui, du reste, est la seule indication certaine que puisse donner l'essai à la traction tel qu'il est pratiqué actuellement.

Exposé des résultats des **expériences de peinture au blanc de céruse et au blanc de zinc** exécutées à l'annexe de l'Institut Pasteur.

Nous ne reproduirons pas le détail des constatations faites par la Commission chargée de ces essais; toutes à peu près indiquent que les deux substances se comportent également bien dans les diverses conditions des essais.

Expériences sur le travail des machines-outils, par M. Codron *(suite)*.

Cette partie est consacrée à l'étude des foreuses, de leur rendement à des vitesses variables, etc.

Fumivore automatique Langer en service sur les locomotives suisses, par M. E. Bernheim, Ingénieur au Corps des Mines.

Ce fumivore automatique est basé sur le même principe que l'appareil Thierry employé il y a trente ans environ en France, seulement on

y a joint des annexes destinées à rendre son fonctionnement à peu près indépendant de l'action du mécanicien.

L'injection de vapeur sur le combustible du foyer s'opère en relation avec l'ouverture et la fermeture de la porte du foyer et aussi avec la marche à régulateur ouvert ou à régulateur fermé. Cet arrangement est très logique, mais, il faut le dire, assez complexe. Ce système est assez répandu en Suisse et en Allemagne; on en dit beaucoup de bien. Nous craignons, toutefois, que son indépendance de l'intervention du mécanicien ne soit pas tout à fait aussi complète que ne s'est proposé l'inventeur. Nous serions tenté de le croire, d'abord par un passage des instructions données par l'Ingénieur en chef du premier arrondissement des chemins de fer fédéraux qui menace de transférer à des services secondaires les mécaniciens et chauffeurs qui ne se donneront pas la peine d'étudier soigneusement et de suivre ces instructions sur l'usage de l'appareil. De plus, notre expérience personnelle ne nous a pas fait constater, tout récemment, une atténuation appréciable de la fumée dans les tunnels de deux chemins de fer suisses dont les locomotives sont munies de ce système. Nous croyons donc que son automaticité laisse encore à désirer.

Notes de mécanique. — Nous signalerons dans ces notes une étude sur les tours rapides, une sur les turbines à basses chutes et la suite de la description de la locomotive Mallet du Baltimore Ohio R. R.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Novembre - Décembre 1904.

District de Bourgogne.

Réunion du 24 juillet 1904, à Montchanin.

Communication de M. Piffaut sur **l'emploi du béton pour faciliter l'exploitation des couches puissantes.**

La méthode d'exploitation par tranches horizontales descendantes, qui est une des plus rationnelles, présente certains inconvénients que permet d'éviter en grande partie l'emploi d'un procédé consistant à garnir la sole de chaque tranche d'un lit de béton qui deviendra le plafond de la tranche inférieure. Ce procédé, employé depuis près de trois ans aux mines de Perrecy, a donné de très bons résultats. Le béton dont on se sert est formé d'un mélange de chaux hydraulique de Beffer et de mâchefers ou crasses de chaudières, dans la proportion de 125 kg de chaux pour 1 m³ de crasses employées à l'état de tout-venant, c'est-à-dire sans criblage préalable. Ce béton revient à 3 f le mètre cube.

On peut estimer que, dans une tranche comme celle où sont faits les essais, qui rend 3,5 t de charbon par mètre carré, l'emploi du béton occasionne, pour le remblayage, un supplément de dépenses de 0,24 f par tonne de charbon extraite; dans la plupart des cas, ce supplément

est largement compensé par les économies de boisage et de garnissage réalisées dans les chantiers de dépilage et par la rapidité que l'on peut donner au déhouillement.

Communication de M. Ducery sur **le transporteur Galland.**

Ce transporteur présente, dans son ensemble, une grande analogie avec le transporteur Kreiss, mais il en diffère essentiellement en ce que les lames de bois de celui-ci sont remplacées par des supports rigides et des ressorts en spirale à tension variable. Ces perfectionnements assurent au transporteur Galland une grande sûreté de marche et une longue durée. Cet appareil trouve une de ses principales applications comme transporteur-crible pour le classement des charbons; il peut aussi servir à trier et à égoutter.

Communication de M. Mouillon sur **un nouveau ventilateur centrifuge,** système Monnet et Moyne.

Ce ventilateur est une modification du ventilateur Guibal caractérisée par l'extension de l'arc de sortie de l'air sur presque la totalité de la circonférence de la roue et par une meilleure distribution de l'air à l'entrée des ouies par une volute directrice; la vanne mobile du ventilateur Guibal a, d'ailleurs, été conservée pour régler le ventilateur sur l'orifice équivalent approprié. Les résultats obtenus, tant pour des ventilateurs portatifs que pour de grands ventilateurs, ont été très satisfaisants, comme on peut en juger d'après les résultats des essais faits aux mines de Lens et contenus dans un tableau qui accompagne les communications.

Communication de M. Nugue sur **un compresseur d'air à grande vitesse** utilisant les forces d'inertie pour l'ouverture et la fermeture des soupapes d'aspiration.

L'auteur propose d'utiliser, pour les compresseurs d'air, l'inertie des soupapes d'aspiration, en montant ces soupapes sur le piston compresseur disposé à simple effet. On pourra ainsi donner aux compresseurs une allure très vive et réduire considérablement leur encombrement; on pourra donc les rendre transportables dans les mines et produire l'air comprimé au lieu même de son emploi.

DISTRICT DE SAINT-ÉTIENNE

Réunion du 12 novembre 1904.

Communication de M. Tombelaine sur **l'explosion des mines de La Réunion.**

Cette explosion, survenue le 28 avril 1904, aux mines de La Réunion, en Espagne, paraît due, en premier lieu, à l'oxyde de carbone et, en second lieu, à une explosion de grisou ayant déterminé l'inflammation de poussières de charbon; l'origine doit être le contact d'une flamme nue

produit par l'ouverture d'une lampe de sûreté, les ouvriers croyant se trouver dans une région presque inexploitée où il y avait une très petite quantité de grisou. L'aérage était d'une manière générale très suffisant.

Communication de M. Bot sur **un nouvel appareil pour la vérification des guidages des puits de mines.**

Cet appareil, qui porte le nom d'écartographe, se compose d'un dispositif appelé règle d'écartement et d'un enregistreur traçant les variations d'écartement qui peuvent se produire dans les guidages à vérifier. L'emploi de ce systéme facilite beaucoup la reconnaissance des points défectueux et leur réfection. Cette question présente un assez grand intérêt, car des accidents très graves peuvent résulter pour les cages des variations d'écartement des guides.

Commmnication de M. Pierronne sur **un appareil décanteur des eaux de lavage,** permettant, pendant la marche des lavoirs, l'enlèvement mécanique des schlamms.

Cet appareil est du à M. de Goríninoff, Ingénieur des Mines de Russie. Il nous serait difficile de le décrire sans dessin, nous nous bornerons à indiquer qu'il fonctionne avec succès aux usines de Briansk, à Ekaterinoslaw et à Kertch; quatre appareils semblables, groupés par deux, peuvent traiter 40 t à l'heure.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 50. — *10 décembre 1904.*

Machine à vapeur à distribution par pistons de la Société Alsacienne de Constructions mécaniques, à Mulhouse, par F. Lamoy.

Expériences sur l'influence du tirant d'eau sur la vitesse des torpilleurs, par Paulus.

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite).*

Groupe de Schleswig-Holstein. — Expériences sur l'influence du tirant d'eau sur la vitesse des torpilleurs.

Revue. — Pont sur le port de Sydney. — Expériences sur le croiseur anglais *Amethyst*, actionné par des turbines Parsons. — Influence de l'humidité du vent sur la marche des hauts fourneaux.

N° 49. — *3 décembre 1904.*

Expériences sur l'épuisement dans divers puits de mines, par Baum et Hoffmann *(suite).*

Nouvelles voitures automobiles pour voyageurs et marchandises, en Angleterre et en France, par A. Heller *(fin).*

Nouvelles locomotives de banlieue, par Metzeltin *(suite).*

Les unions d'employeurs aux États-Unis d'Amérique.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Le cheminement des rails.

Revue. — L'accumulateur Edison à l'Exposition de Saint-Louis. — Dispositions contre l'incendie au port du Rhin, à Mannheim. — Four à incinérer les ordures humides avec chambre de combustion exceptionnellement grande. — Vingt-cinquième anniversaire de l'Association Électrotechnique, à Berlin.

N° 51. — *17 décembre 1904.*

Développement des roues tangentielles en Californie, par H. Homberger.

Expériences sur l'épuisement dans divers puits de mines, par Baum et Hoffmann *(suite).*

Expériences sur l'emploi de blocs de grès dans les articulations de ponts, par C. Bach.

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite).*

Groupe du Rhin inférieur. — Nouveaux appareils à appliquer aux chaudières à vapeur pour l'accroissement de la sécurité et de l'effet utile.

Groupe du Bas-Weser. — Expériences sur la forme en cuiller tétraédrique pour l'avant des navires. — Consommation moyenne d'huile et de graisse dans les machines des navires rapides.

N° 52. — *24 décembre 1904.*

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(suite).*

Concours pour le projet d'un pont-route fixe sur le Rhin, entre Ruhrort et Homberg, par K. Bernhard *(suite).*

Expériences sur l'épuisement dans divers puits de mines, par Baum et Hoffmann *(suite).*

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Nouveaux ascenseurs pour bateaux.

Bibliographie. — Valeur de combat des navires de guerre, par O. Kretschmer.

Revue. — Ventilation des wagons de chemins de fer. — Chemin de fer électrique à crémaillère du Fayet au sommet du Mont-Blanc.

N° 53. — *31 décembre 1904.*

Nouvelles locomotives de banlieue, par Metzeltin *(fin).*

Expériences sur l'épuisement dans divers puits de mines, par Baum et Hoffmann *(fin).*

Le chemin de fer métropolitain de Paris, par L. Troske *(fin).*

Groupe de Carlsruhe. — Installations électriques des chemins de fer de l'état badois à Durlach.

Revue. — Production et transport à distance du courant électrique dans les Etats de l'Ouest de l'Amérique du Nord. — Accumulateur de chaleur de Druitt-Habpin.

Pour la Chronique et les Comptes rendus :
A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IIIe SECTION

Le Calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques (1), par M. Maurice D'OCAGNE.

Cet ouvrage est la seconde édition, considérablement augmentée du livre qui réunissait les conférences faites par l'auteur, en 1893, au Conservatoire des Arts et Métiers. Son sous-titre, *Histoire et Description sommaire des instruments et machines à calculer, tables, abaques et nomogrammes*, en définit clairement le but.

Les règles et cylindres à calculs, les barêmes et tables numériques, le Calcul par le trait et la Nomographie avaient leur place marquée dans un ouvrage d'ensemble sur le Calcul simplifié. Toutefois, malgré l'intérêt des développements que M. d'Ocagne leur consacre, je me borne à les mentionner, afin de réserver une analyse plus étendue aux machines à calcul, dont la description est particulièrement captivante par ce qu'elle nous montre d'extraordinaire ingéniosité dans les conceptions et le mécanisme, de puissance dans les résultats.

M. d'Ocagne commence par rappeler les instruments très simples qui permettent d'effectuer manuellement les opérations de l'arithmétique sans le secours d'aucun mécanisme : les additionneurs à réglettes ou à rubans; les bâtons de Néper et les réglettes de Genaille, pour la multiplication par un chiffre; les curieux tableaux à échelles de glissement de Genaille et l'appareil si remarquable de Léon Bollée, pour la multiplication par un multiplicateur de plusieurs chiffres. Ces petits appareils, embryons des machines à calculer, ont déjà une prodigieuse puissance. E. Lucas en donnait une image bien suggestive, à propos de la réglette simple de Genaille : si l'on inscrivait sur une bande de papier, en caractères ordinaires, tous les résultats que peut donner cet instrument, qui tient dans un cadre de quelques décimètres de pourtour, la bande ainsi obtenue aurait une longueur égale à 25 milliards de fois l'équateur de la Terre, et mettrait 68 millions d'années à s'enrouler autour de cet équateur par suite du mouvement diurne!

Avec les machines, où le soin d'effectuer les opérations est confié à un mécanisme, cette puissance calculatrice va singulièrement s'accroître.

La première machine à additionner est due, nul ne l'ignore, au génie de Pascal, qui la créa à l'âge de dix-huit ans. Sa dernière incarnation est la caisse enregistreuse qu'on voit fonctionner aujourd'hui dans nombre de magasins, et qui fait l'objet d'une industrie importante, puisque l'usine de Dayton emploie 4 000 ouvriers pour construire les 60 000 enregistreurs vendus annuellement.

(1) In-8°, 220 × 135 de VIII-228 p. avec 73 fig. Paris, Gauthier-Villars. 1905. Prix, cartonné : 5 fr.

C'est encore à un illustre savant, Leibniz, qu'est due la première machine à multiplier par additions répétées. Signalons ensuite l'arithmomètre Thomas, dont Hirn indiqua les multiples usages, l'arithmomètre Maurel, enfin et surtout la machine du grand mathématicien Tchebichef.

Quant aux machines à multiplier directement, c'est à Léon Bollée que revient l'honneur d'avoir résolu le premier ce difficile problème. Ainsi que Pascal, Bollée conçut sa machine à l'âge de dix-huit ans. et la présenta au public à l'Exposition de 1889. D'après des essais suivis, elle est capable d'effectuer à l'heure, en marche normale, une série de 100 divisions $N : p$, 120 racines carrées $\sqrt{N}$, et 250 multiplications $a \times b = N$, où N peut avoir jusqu'à 19 chiffres! Elle permet de calculer 4000 termes d'une progression arithmétique dont la raison va jusqu'à 10 milliards, et à peu près autant de termes d'une table des carrés des nombres jusqu'à 100 quintillions! De pareils résultats confondent véritablement l'imagination.

Cependant le génie du constructeur ne s'est pas arrêté là. On sait qu'à toute fonction on peut substituer, avec une approximation déterminée, un polynôme constitué par les premiers termes de son développement en série. Or, dans les polynômes de degré n, les différences d'ordre n sont constantes : de là l'idée de calculer la valeur des polynômes par le jeu de machines spéciales dites machines à différences.

La première de ces machines fut construite par Babbage, avec le concours financier du Gouvernement anglais; elle n'opérait que sur les différences secondes, et l'approximation obtenue dans le calcul des fonctions n'était généralement pas suffisante. La machine Scheutz poussa jusqu'aux différences quatrièmes, et servit à dresser des tables de logarithmes, de sinus et de log-sinus; un exemplaire commandé par le Gouvernement anglais calcula et imprima 605 tables grand in-4° qui constituent le fondement du calcul des rentes viagères servies par les caisses d'épargne postales anglaises : cette application montre le côté pratique de ces sortes d'appareils. Par une généralisation audacieuse du problème, Léon Bollée dressa le projet d'une machine capable d'opérer sur les différences du 27e ordre, ce qui donnerait une précision pour ainsi dire absolue; la construction des automobiles le détourna de son dessein, qu'il faut souhaiter de lui voir reprendre un jour, pour le plus grand honneur de la Mécanique française.

Après ces machines déjà si extraordinaires, M. d'Ocagne dit quelques mots d'un autre projet qui nous fait entrer, suivant son expression, dans le domaine de la féerie, puisqu'il ne s'agit de rien moins que d'effectuer n'importe quelle suite d'opérations arithmétiques sur n'importe quels nombres, en aussi grande quantité que l'on suppose : tel est le projet fantastique de Babbage, dont la machine devait imprimer le résultat cherché avec l'indication algébrique de toutes les opérations effectuées. Grâce aux libéralités de la reine Victoria, Babbage put en fabriquer les pièces, mais la mort le surprit avant le montage, et l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences déclina la mission de terminer ce chef-d'œuvre, dont l'achèvement était évalué à plus de 250 000 f.

Dans un autre ordre d'idées, le savant ingénieur espagnol Torrès se

proposa de combiner une machine à résoudre les équations, et il construisit, en 1893, la première machine de ce genre, uniquement composée de systèmes à liaisons géométriques. Il donna en même temps une solution théorique, générale et complète du problème de la construction des relations algébriques et transcendantes par des machines.

Tels sont les appareils, d'une si délicate ingéniosité et d'une si extraordinaire puissance, qu'a fait naître la science des nombres, de ces nombres dont Platon a pu dire qu'ils gouvernent le monde. Un plaisant aurait ajouté qu'ils le gouvernent sans l'amuser : que n'a-t-il pu lire l'ouvrage si intéressant de M. d'Ocagne!

R. Soreau.

Leçons sur la Navigation aérienne (1), par M. L. Marchis.

Dans une récente notice de notre Bulletin, j'ai eu l'occasion de signaler ces Leçons, professées l'hiver dernier à la Faculté de Bordeaux. Cette fois encore M. Marchis a voulu intéresser ses auditeurs à un sujet d'actualité, et il s'est donné la tâche de réunir, de grouper, de coordonner et d'analyser les meilleurs des nombreux documents épars ayant trait à la navigation aérienne : tâche ingrate qui n'est pas sans écueils. Historique étendu, lois de la statique et de la dynamique des aérostats, technique du ballon, aéronautique maritime, aéronautique militaire en France et dans les principaux pays, emploi des ballons montés et des ballons-sondes pour l'étude de l'atmosphère, architecture du ballon dirigeable et historique de ce passionnant sujet, tels sont les principaux chapitres largement traités dans les 700 pages de ce cours, suivies de 100 pages d'annexes.

C'est un ouvrage de labeur considérable, et de sens critique généralement avisé. Il n'y manque, pour former une sorte de Code de l'Aéronautique, qu'un chapitre sur l'Aérodynamique et un autre sur l'Aviation. M. Marchis ne manquera pas de nous les donner dès qu'il sera possible de se documenter sérieusement sur ces questions, qui sont particulièrement délicates et donnent encore lieu à trop de controverses.

R. Soreau.

Ve SECTION

Sa Majesté l'Alcool, par L. Baudry de Saunier (2).

Cet ouvrage, destiné plutôt aux gens du monde qu'aux techniciens, — ainsi que nous en informe son avant-propos, — est plus sérieux que son titre.

D'une plume alerte et d'un style de bonne humeur, M. L. Baudry de Saunier initie les profanes aux mystères complexes de l'une des ques-

(1) In-4°, 255 × 200, de 14-704-505 p. avec 183 fig. lithographiées. Paris, Vve Ch. Dunod. Prix, broché : 20 f.

(2) In-8°, 230 × 155 de IX-350 p. avec 112 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix : broché, 12 f.

tions à l'ordre du jour : à la fabrication de l'alcool, à son utilisation dans l'industrie proprement dite, à ses usages dans l'éclairage, le chauffage et la force motrice, enfin à l'usage alimentaire qui, par l'abus, est trop souvent suivi de l'alcoolisme, ce redoutable fléau !

Cet ouvrage de vulgarisation scientifique forme un véritable cours de fabrication de l'alcool, mais sans en avoir l'aridité, comme il convient pour le public auquel il s'adresse. Il débute par l'historique de la distillation, relate les progrès successifs très lentement accomplis pendant un long espace de temps — plusieurs siècles — pour arriver aux procédés et appareils si perfectionnés employés aujourd'hui.

Ces chapitres, ainsi que celui relatif au mouvement antialcoolique, sont très documentés et illustrés de gravures qui jettent une vive lumière sur l'ensemble des questions traitées et en facilitent beaucoup l'étude.

Ce livre, imprimé sur papier de luxe, est très soigné comme édition ; les nombreuses figures qu'il renferme sont très bien faites ; dessinées avec soin, elles complètent heureusement le texte imagé de l'auteur. Il peut être lu avec fruit et plaisir par les nombreux adeptes de l'automobilisme, et en général par tous ceux que les emplois divers de l'alcool intéressent, même par les professionnels de la distillerie.

Ch. GALLOIS.

Annuaire technique. *Formulaire aide-mémoire général des sciences, de l'industrie et des travaux publics (combustibles, carneaux et cheminées, chaudières à vapeur)*, par M. H. RODIER, Ingénieur, ancien Constructeur.

Cette publication contient des extraits résumés empruntés aux ouvrages spéciaux sur la matière et aux cours des Écoles techniques.

Ces résumés sont accompagnés de tableaux numériques nombreux et de calculs d'application dans différents cas particuliers. Chaque question traitée est précédée d'un exposé théorique.

Ces fascicules réunis répondent bien au titre de la publication et au but que l'auteur s'est proposé d'atteindre.

J. G.

Dictionnaire de Chimie photographique, par G. et Ad. BRAUN fils (2).

Les quatre derniers fascicules de *Emulsion à zinc* contiennent un article important sur tous les différents sels de fer employés en photographie et fournissent une collection de formules de développement aux articles : *oxalate ferreux*, *hydroquinone*, *iconogène*, *métol*, *acide pyrogallique*, etc. Mais nous signalerons tout particulièrement l'article *Matières colorantes*. Les auteurs ont eu l'heureuse idée de faire figurer à côté du

(1) In-8°, 315×225 de 45 p. Paris, 64, rue de la Victoire. Prix : broché, 4 fr. 50.
(2) In-8°, 255 × 165. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix de chaque fascicule, 2 f.

nom de chacune de ces matières, la courbe spectrale correspondante, courbe établie au moyen du spectroscope et indiquant la bande d'absorption, c'est-à-dire la partie sombre absorbée par chaque colorant dans le spectre. Cet ensemble de renseignements sur les matières colorantes sera certainement fort apprécié de tous les chercheurs, non seulement pour la confection de plaques orthochromatiques, mais à beaucoup d'autres points de vue encore.

Ed. Fouché.

Éclairage : Huiles, alcool, gaz, électricité, photométrie, par L. Galine, Ingénieur des Arts et Manufactures, Inspecteur à la Compagnie des chemins de fer du Nord, et B. Saint-Paul, Conducteur du service municipal de Paris, ex-chef de service à l'éclairage de Paris, membre du Jury de l'Exposition universelle de 1900 (1).

La deuxième édition du traité d'éclairage de MM. Galine et Saint-Paul constitue un ouvrage complet sur l'éclairage par les divers modes usités de nos jours.

L'ouvrage passe successivement en revue :

L'éclairage à l'huile végétale ;
L'éclairage à l'huile minérale ;
L'éclairage à l'alcool ;
L'éclairage au gaz de houille ;
L'éclairage aux gaz spéciaux ;
Enfin, l'éclairage par l'arc voltaïque et l'incandescence.

L'ouvrage se termine par l'étude détaillée d'une distribution de gaz et d'électricité dans une ville d'importance moyenne.

E. C.

Les nouveaux générateurs de vapeur à niveaux multiples et indépendants, par J. Van Oosterwijck, Ingénieur (1).

Après avoir résumé, d'après les auteurs, les principes de la circulation de l'eau et du dégagement de la vapeur, dans les chaudières actuellement en usage, et particulièrement dans les chaudières multitubulaires, M. J. Van Oosterwijck décrit un système de générateur dit « à niveaux multiples et indépendants ».

Les éléments vaporisateurs superposés communiquent entre eux par de larges tubes de dégagement reliant directement les réservoirs de vapeur de chacun des éléments.

L'eau d'alimentation amenée dans l'élément supérieur s'écoule par des tuyaux de trop-plein dans les éléments inférieurs, en circulant en sens contraire des produits de la combustion.

(1) In-8°, 225 × 140 de 697 p. avec 307 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix : broché, 15 f.

(1) In-4°, 275 × 210 de 32 p., avec 17 fig. Paris, Vve Ch. Dunod; Bruxelles, Ramlot Frères et Sœurs. Prix : broché, 3 francs.

L'élément inférieur, soumis à l'action directe du foyer, est le siège de la vaporisation la plus active.

Un collecteur de vapeur réunit chacun des groupes d'éléments juxtaposés.

Il serait intéressant que M. Van Oosterwijck publiât les résultats obtenus pratiquement avec le générateur dont il décrit le principe.

J. G.

L'Ozone et ses applications industrielles, par H. de la Coux, Ingénieur-chimiste (1).

Si, au courant de ces dernières années, des communications nombreuses ont été faites dans diverses sociétés, et particulièrement dans la nôtre, sur l'ozone, les ouvrages d'ensemble relatifs à cette question sont, au contraire, peu répandus; et, à notre connaissance, il n'en existait pas en France. Celui que vient de publier M. H. de la Coux sera donc bien accueilli.

Il comprend quatre parties :

La première est relative aux propriétés physiques et physiologiques du gaz qu'avait, dès 1783, préparé Van Marum ;

La deuxième partie est consacrée à la production de l'ozone par les oxydations lentes, la chaleur et les sels radioactifs; par les produits chimiques; par la voie électrochimique ; par la décharge électrique ; ce dernier procédé est actuellement le seul industriel ;

Dans la troisième partie, l'auteur s'occupe des applications que l'industrie a cherché à faire de l'ozone : elles sont très nombreuses, ce qui se conçoit par le double rôle que l'ozone peut jouer : au point de vue chimique, comme oxydant énergique; au point de vue microbiologique, comme destructeur de germes pathogènes. Aussi a-t-on songé à employer l'ozone dans la fabrication de l'alcool, du vin, du vinaigre, de la bière, du cidre, du sucre, dans le blanchiment et le blanchissage, dans l'industrie des matières colorantes et la teinture, dans l'amidonnerie, la savonnerie, etc. Mais la question qui, actuellement, préoccupe le plus ceux qui se sont consacrés aux applications de l'ozone, est l'épuration des eaux potables. Sur cette question, si importante mais si difficile à résoudre, M. de la Coux a réuni de nombreux documents, relatifs à des installations encore à l'essai ou même à l'état de projet.

L'ozone a ceci de particulier qu'il n'est jamais qu'à l'état de mélange avec l'oxygène et qu'il se détruit facilement. Son dosage est donc particulièrement intéressant ; il est réalisé, soit par des procédés chimiques, soit par des méthodes physiques. L'étude de ces différents modes de contrôle occupe la quatrième et dernière partie du traité de M. de la Coux.

P. Jannettaz.

(1) In-8°, 250 × 165 de 557 p. avec 159 fig. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904. Prix : broché, 15 f.

Manuel pratique des mesures physico-chimiques, par W. Ostwald et R. Luther; traduit de l'allemand par A. Jouve, Ingénieur, ancien Préparateur de Chimie à l'École Polytechnique (1).

Dans la préface de la première édition (1893), M. Ostwald a caractérisé le but qu'il se proposait d'atteindre en publiant son manuel.

Ce manuel ne s'adresse pas aux débutants, mais aux chimistes et aux physiciens ayant terminé leurs études, et cherchant à accroître le champ de leurs connaissances. A ce titre, l'ouvrage de MM. Ostwald et Luther peut intéresser les Ingénieurs, qui y trouveront un grand nombre de renseignements pratiques.

Aujourd'hui, la plupart des établissements industriels de quelque importance possèdent des laboratoires parfaitement organisés, en vue du contrôle des applications particulières à chacun d'eux, et des recherches originales nécessitées par ces applications et par les perfectionnements qu'il faut sans cesse y apporter.

Les méthodes exposées par les auteurs sont empruntées, tantôt à la littérature technique existante, tantôt aux travaux originaux de leur propre laboratoire. La bibliographie est indiquée, soit dans le texte, soit au bas des pages.

Les questions sont traitées au point de vue pratique; les procédés de construction, d'agencement et d'emploi des appareils de mesure, les inconvénients à éviter, la correction et la compensation des erreurs, sont expliqués dans la plupart des cas. Des tableaux numériques ont été ajoutés partout où cela était nécessaire.

Les chapitres consacrés aux mesures proprement dites sont précédés par un résumé des calculs, suivi de l'énumération des appareils auxiliaires et de l'exposé des conditions de l'emploi de ces appareils.

Les mesures physiques comprennent les mesures des longueurs, des poids, des températures et des pressions; celles des volumes, des densités et des dilatations; la détermination des points d'ébullition, des tensions de vapeurs et des points critiques; la calorimétrie; puis les mesures optiques; enfin, celles concernant le frottement interne et la tension superficielle.

Dans les mesures chimiques, entrent celles relatives à la diffusion, aux solubilités, à la détermination des poids moléculaires dans les solutions.

Les appareils de mesures électriques sont d'abord examinés en général, puis en vue de la détermination de la force électro-motrice, de la conductibilité des électrolytes, des constantes diélectriques, et des températures.

Les derniers chapitres sont consacrés à la dynamique chimique, et à l'application des méthodes physico-chimiques à la détermination des formules de structure chimique.

Ce résumé montre quels sont les renseignements qu'il est possible de

(1) In-8°, 250×160 de VII-534 p., avec 319 fig. Paris, Ch. Béranger, 1904. Prix : relié, 20 francs.

tirer du manuel de MM. Ostwald et Luther, qui tient une place des plus honorables à côté des ouvrages traitant de questions analogues.

L'élégante traduction de M. Jouve en rend l'usage facile aux lecteurs français.

J. G.

Rayons « N », par R. Blondlot (1).

Ce petit ouvrage est la réunion des diverses communications faites par M. Blondlot à l'Académie des Sciences, du 2 février 1903 au 14 mars 1904.

Cette forme de présentation de la nouvelle découverte de M. Blondlot en rend la lecture particulièrement attachante, car elle permet de suivre pas à pas les curieuses recherches qui, ayant simplement pour but à l'origine d'étudier la polarisation des rayons X, ont amené l'auteur à constater la présence de radiations nouvelles. Il est, en outre, curieux de voir comment M. Blondlot, après avoir constaté l'existence de ces radiations à l'aide de procédés expérimentaux très délicats, a remarqué ensuite que ces radiations étaient émises naturellement dans les circonstances les plus variées.

Non seulement les rayons N accompagnent les rayons X, mais ils sont encore émis par toutes les flammes, et par les corps qui se trouvent en état de tension moléculaire, l'acier par exemple. Ils sont analogues aux rayons lumineux, mais avec une très courte longueur d'onde.

L'auteur a eu soin de mettre dans son volume un écran phosphorescent, qui permet au lecteur de reproduire quelques-unes des expériences les plus simples signalées par M. Blondlot, ce qui ajoute encore à l'intérêt que présente la lecture de l'ouvrage.

Ed. Fouché.

VIe SECTION

Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière, par N. Lapostolest (2).

Ce traité comprend une introduction et quatre parties :

I. Sources d'énergie et production de l'électricité;

II. Distribution de l'électricité;

III. Applications;

IV. Organisation et règlements.

Les deux premières parties sont consacrées à un exposé simplifié de l'étude des machines électriques et des canalisations.

Les deux dernières parties sont consacrées aux installations électriques en usage dans les mines et à la matière administrative qui les concerne. Dans ces différentes études, mises à jour avec soin, on trouvera la description et le calcul des éléments les plus divers, depuis

(1) In-16, 190 × 120 de vi-78 p., avec 5 fig. et 1 pl. Paris, Gauthier-Villars, 1904. Prix : broché, 2 francs.

(2) In-8°, 250 × 165, de vi-299 p. avec 67 fig. Paris Vve Ch. Dunod, 1904. Prix : broché, 7,50 f.



l'extraction électrique jusqu'à la transmission électrique des signaux en passant par la traction, l'exhaure, la ventilation, le tirage des mines, etc.

Cet ouvrage est donc spécialement recommandé aux Ingénieurs de Mines qui ont nécessairement à étudier et mettre en œuvre les nouveaux procédés électriques.

Résistance, Inductance et Capacité (2), par J. Rodet.

L'ouvrage de M. J. Rodet est l'œuvre d'un Ingénieur qui a voulu approfondir la connaissance des phénomènes, dont il est le témoin journalier, au delà des notions sommaires et un peu superficielles dont beaucoup d'esprits se contentent.

Il porte la marque d'un travail bien personnel; l'auteur en a développé les diverses parties sans trop se soucier d'un enchainement bien homogène. C'est évidemment, comme l'auteur prend soin de le dire, le développement de ses notes personnelles qu'il offre à ses collègues électriciens. Aussi le caractère didactique est-il des moins marqués dans cet ouvrage, et, par cela même, peut-être sera-t-il mieux apprécié des Ingénieurs, comme mieux approprié à leur éducation intellectuelle. La seule querelle qu'on pourrait chercher à l'auteur pourrait porter sur la place prépondérante laissée à l'algèbre, aux dépens, un peu, du développement des idées physiques; mais l'ouvrage n'est pas destiné à des débutants, et cela atténue dans une grande mesure l'inconvénient signalé.

R. V. P.

Étude économique sur la transmission électrique de la force dans les usines et les ateliers. Conférence faite à la Société industrielle du Nord de la France, par R. Swyngedauw (2).

Cette conférence a pour but de mettre en lumière, sous une forme élémentaire, les avantages économiques et sociaux de la distribution électrique de la puissance mécanique dans les ateliers.

On y trouvera quelques détails intéressants de prix de revient. Toutefois, nous nous permettrons de faire remarquer la tendance de l'auteur vers un prix du kilowatt-heure pratiquement inférieur à la réalité : cette tendance peut conduire à de graves déboires et doit être modérée, à une époque où les distributions de cette nature se développent et cherchent des appuis : il importe que les prix de vente ne soient pas déterminés d'après des prévisions trop optimistes.

Au point de vue social, la considération de l'atelier de famille a évidemment une valeur, mais, étant données les conditions actuelles de l'industrie (production intensive, réduction des transports des matières à ouvrer), l'atelier de famille ne sera jamais qu'une exception dont ne pourront bénéficier qu'un petit nombre de spécialités.

(1) In-8°, 230 × 140 de x-257 pages, avec 76 figures. Paris, Gauthier-Villars, 1905. Prix, broché : 7 f.

(2) In-8°, 240 × 155, de 145 p. avec 44 fig. Paris, Vve Ch. Dunod. Prix : broché, 2 f.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LA CHRONIQUE DU 2e SEMESTRE, ANNÉE 1904

(Bulletins de juillet à décembre.)

TABLE DES MATIÈRES

TRAITÉES DANS LE DEUXIÈME SEMESTRE, ANNÉE 1904

(Bulletins de juillet à décembre.)

ADMISSIONS DE NOUVEAUX MEMBRES

BIBLIOGRAPHIE

CHRONIQUE

Voir *Table spéciale des matières.*

COMPTES RENDUS

CONGRÈS

CONCOURS

DÉCÈS

DÉCORATIONS FRANÇAISES

DÉCORATIONS ÉTRANGÈRES

DIVERS

OUVRAGES, MÉMOIRES ET MANUSCRITS REÇUS

PLANCHES

PRIX ET RÉCOMPENSES

TRAVAUX PUBLICS

TABLE ALPHABÉTIQUE

PAR

NOMS D'AUTEURS

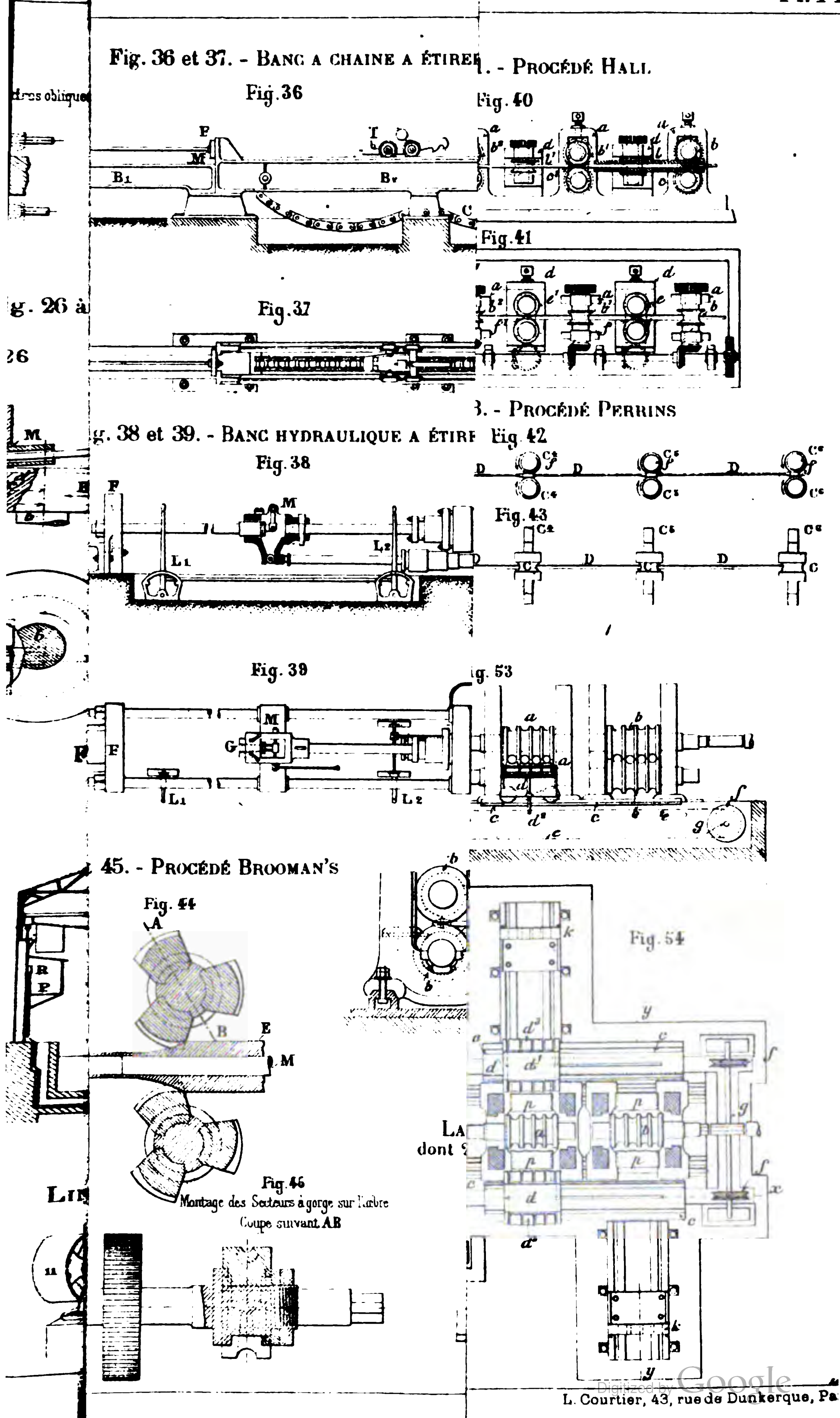
DES MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LE 2e SEMESTRE, ANNÉE 1904.

(Bulletins de juillet à décembre.)

Le Secrétaire Administratif, Gérant,

A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 22262-12-04. — (Encre Lorilleux).



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Pa

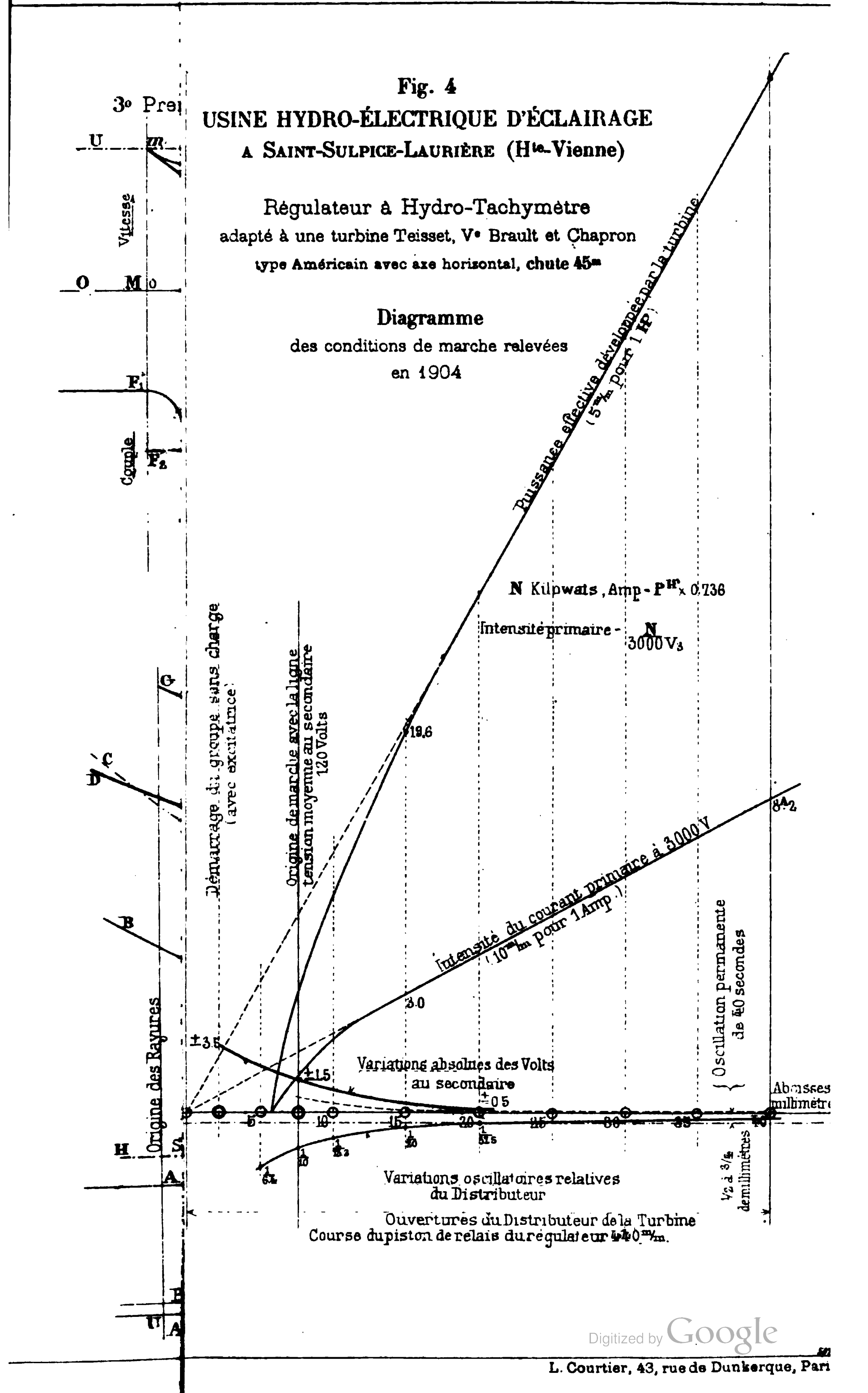


Fig. 4
USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE D'ÉCLAIRAGE
A SAINT-SULPICE-LAURIÈRE (Hte-Vienne)
Régulateur à Hydro-Tachymètre
adapté à une turbine Teisset, Ve Brault et Chapron
type Américain avec axe horizontal, chute 45m
Diagramme
des conditions de marche relevées
en 1904
3o Pre
Vitesse
Couple
Puissance effective développée par la turbine
(5m/m pour 1 HP)
N Kilowats, Amp - PHP x 0,736
Intensité primaire - N / 3000 V3
Démarrage du groupe sans charge (avec excitatrice)
Origine de marche avec la ligne
tension moyenne au secondaire
120 Volts
19.6
Intensité du courant primaire à 3000 V
(10m/m pour 1 Amp.)
8A2
3.0
Oscillation permanente
de 40 secondes
Origine des Rayures
Variations absolues des Volts
au secondaire
Abscisses millimètre
Variations oscillatoires relatives
du Distributeur
Ouvertures du Distributeur de la Turbine
Course du piston de relais du régulateur 140m/m.
V2 à 3/4 de millimètres

Fig. 14
TIELLE D'ESCHER-WYSS
asservi avec écoulement perm

APPAREI
à cour

Commar
n
v
rbre du vannage
O q
Couronne mobile

Fig. 24 à 26
HYDRO-TACHYMÈTRE RÉGULATEUR
L. RIBOURT
avec relai hydraulique asservi

Fig. 24

U
E
R
I
G

RÉGLA

Fig. 1

S S
L U T U M
P₁ T
E O R
H

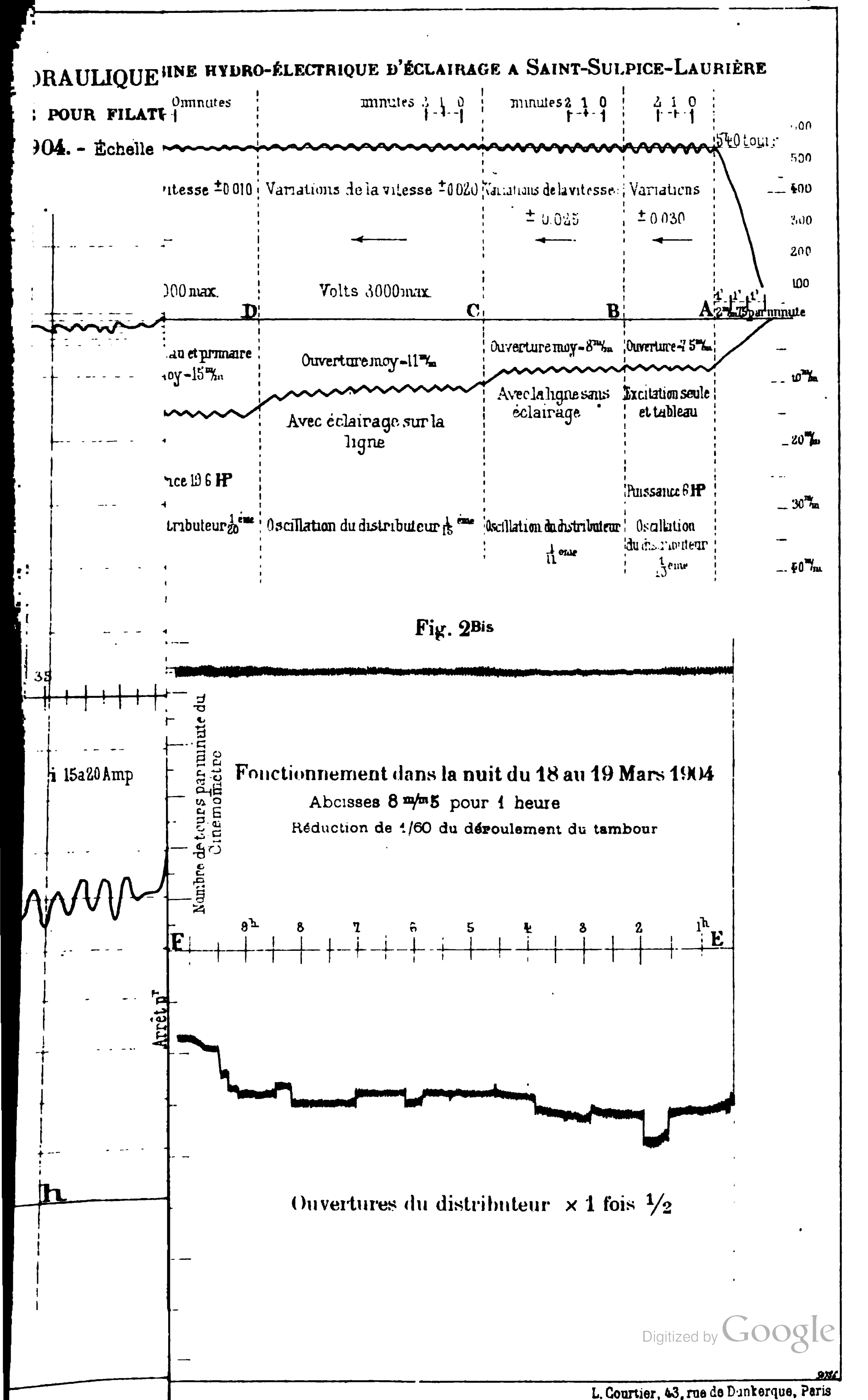
Fig. 20

Fig
Vue en
L' M'
F₂ U T U N'
T
L' M'
F₁ E₁ J

Fig. 25
Schéma

J
I
f o
C f
o q
N
A
p
B
G

Fig. 26
Coupe transversale
de
l'ajutage G agrandie
G
F
K
V



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



Fig. 9. — Acier au cobalt (perlite).
C = 0,150. Co = 26,2.
Grossissement = 200 diamètres.



Fig. 10. — Acier au silicium.
C = 0,206. Si = 0,409.
Grossissement = 200 diamètres.

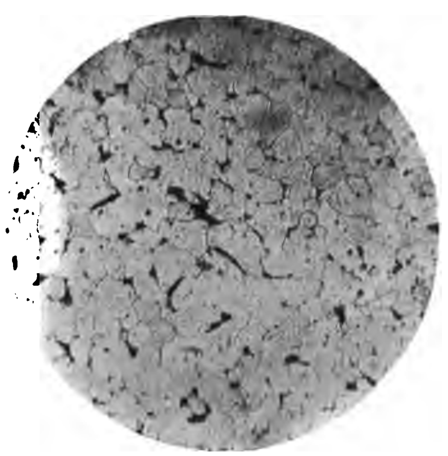
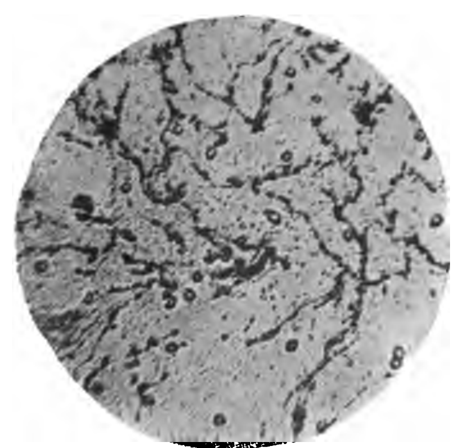


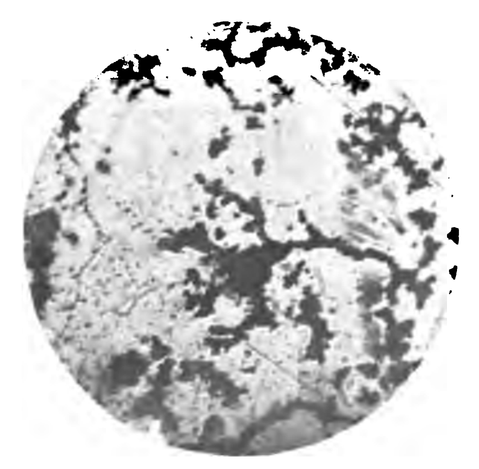
Fig. 19. — Acier à l'aluminium (perlite).
C = 0,085. Al = 0,50.
Grossissement = 200 diamètres.



Fig. 20. — Acier à l'aluminium (perlite granulaire).
C = 0,134. Al = 3,05.
Grossissement = 200 diamètres.



Type d'acier à carbure.
Carbure de vanadium.

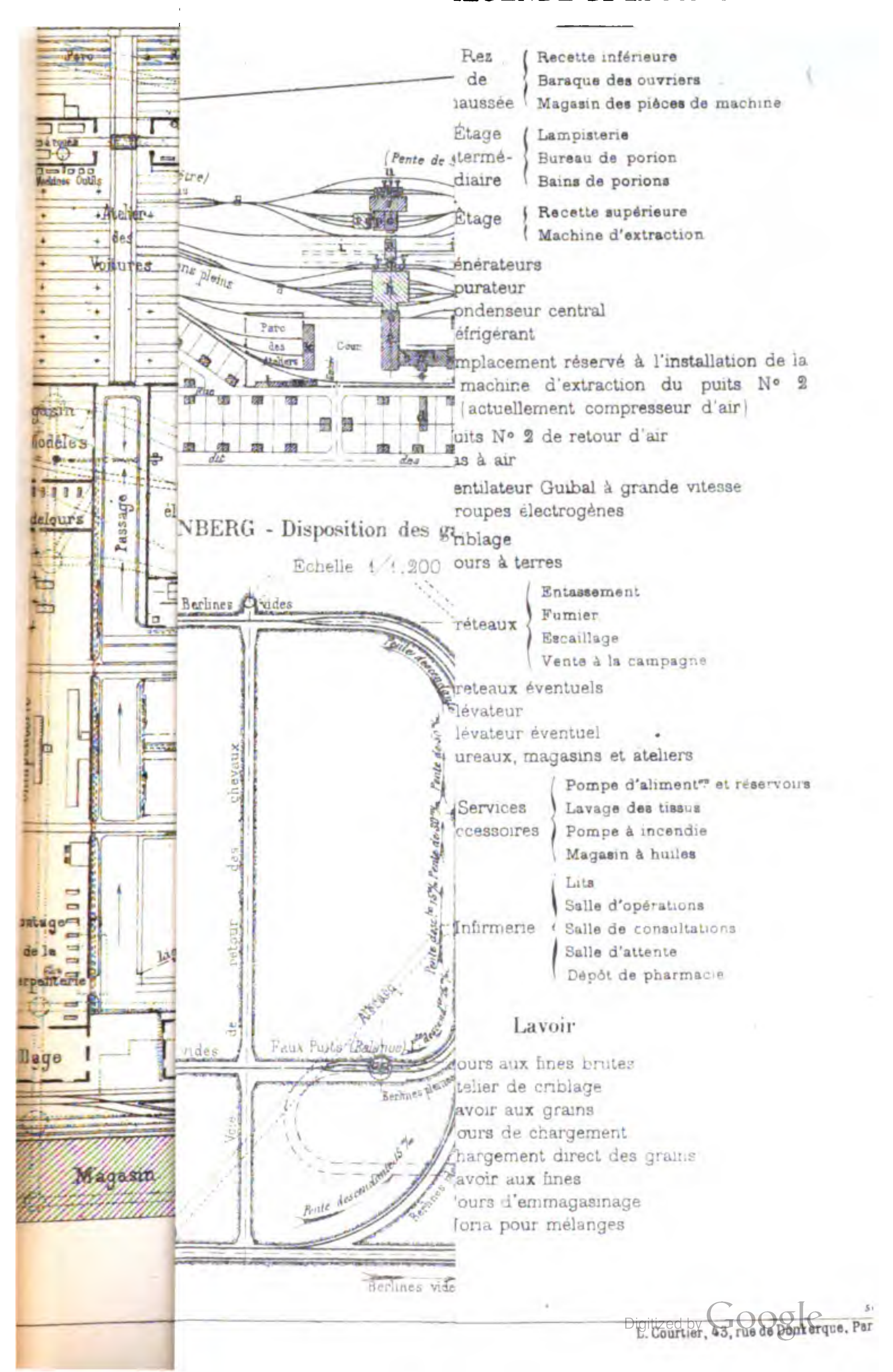


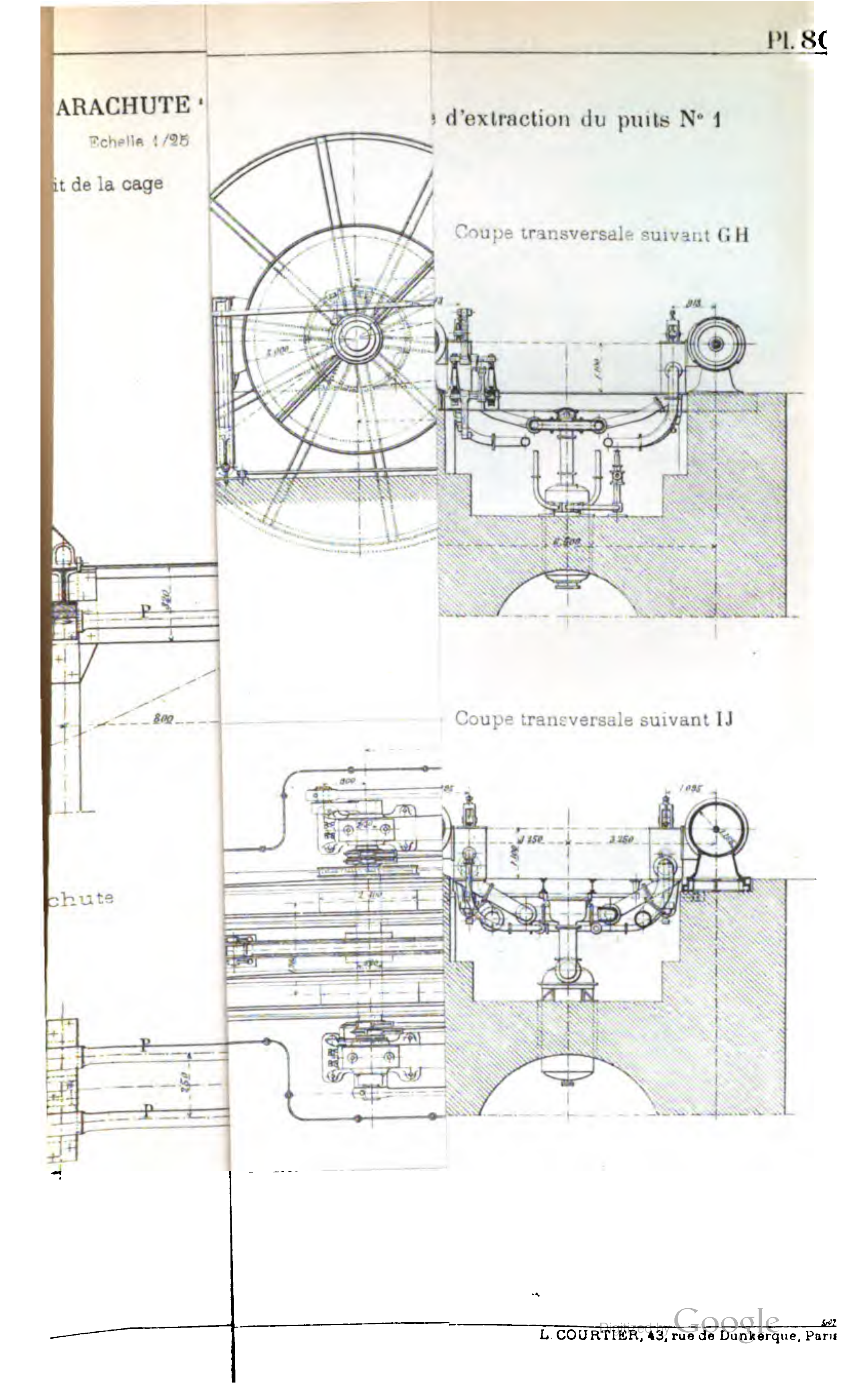
Type d'acier à graphite
(sans attaque).

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 15096-8-04. — (Encre Lorilleux).

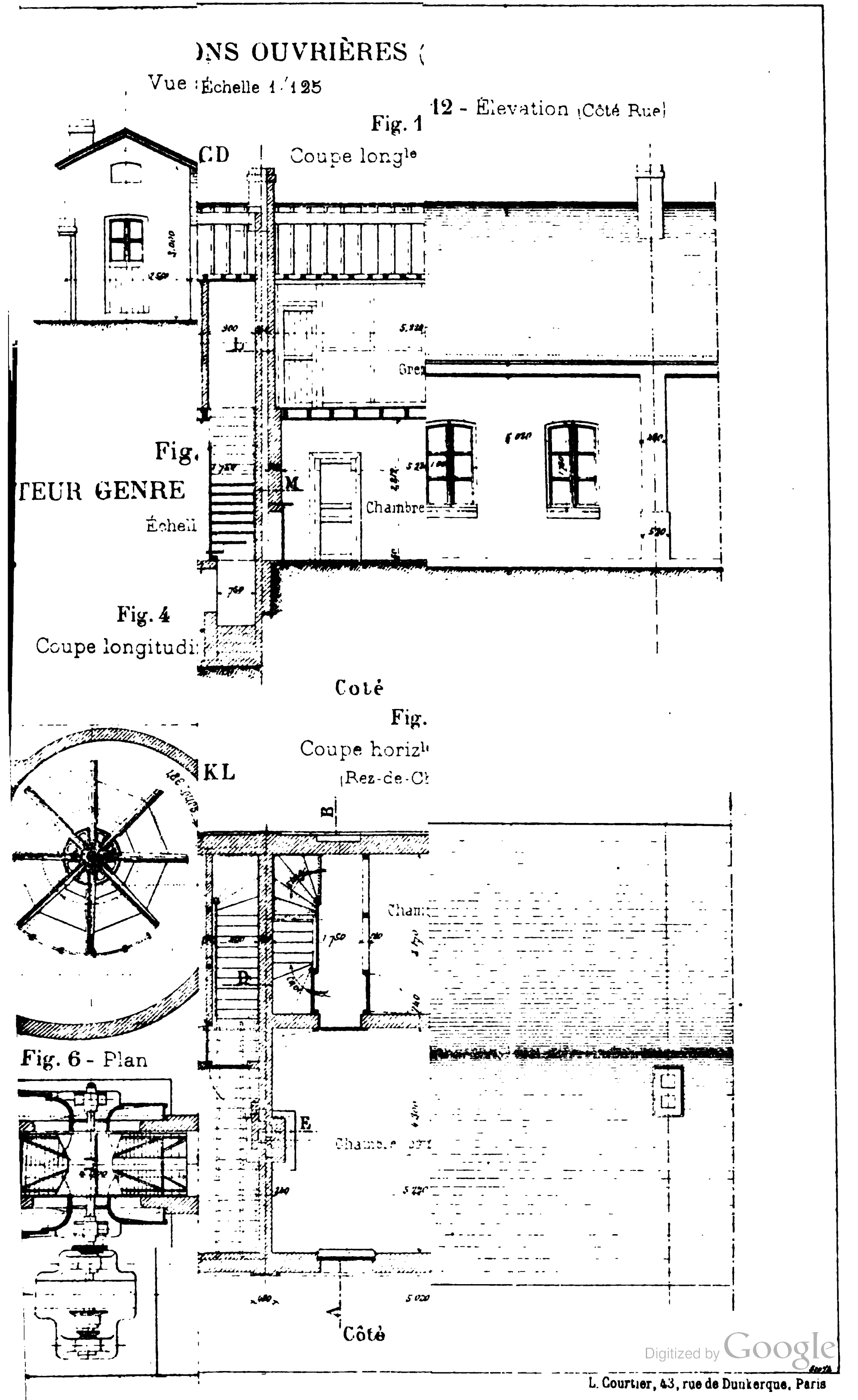
OSSE D'ARENBERG - Inst

Échelle 1/€LÉGENDE DE LA FIG. 4

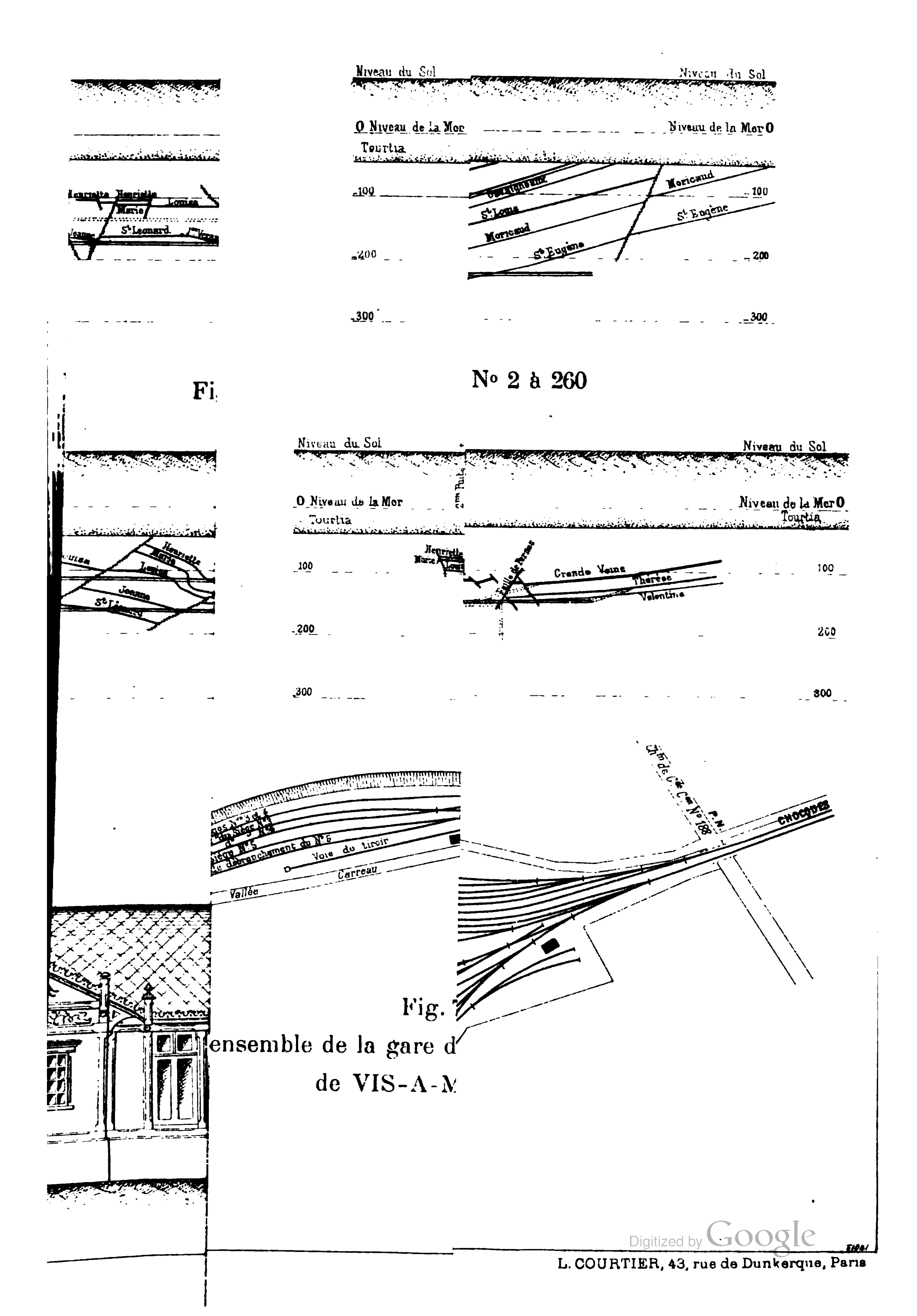




L. COURTIER, 43, rue de Dunkerque, Paris



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris


Fi Nord No 1 à 316
Niveau du Sol
Niveau du Sol
0 Niveau de la Mer
Niveau de la Mer 0
Tourtia
Moricaud
St Louis
St Eugène
Moricaud
St Eugène
100
200
300
Henriette
Marie
Louise
St Leonard
Jeanne
No 2 à 260
Fi
Niveau du Sol
Niveau du Sol
0 Niveau de la Mer
Niveau de la Mer 0
Tourtia
Tourtia
Henriette
Marie
Louise
Jeanne
Grande Veine
Thérèse
Valentine
100
200
300
Voie du tiroir
Carreau
Vallée
Ch. de Gde Cion No 188
P.N.
CHOCQUES
Fig.
ensemble de la gare d
de VIS-A-M

E MARLES (PAS-DE-C

Vu

13.720

1.500

6.215

5.215

13.720

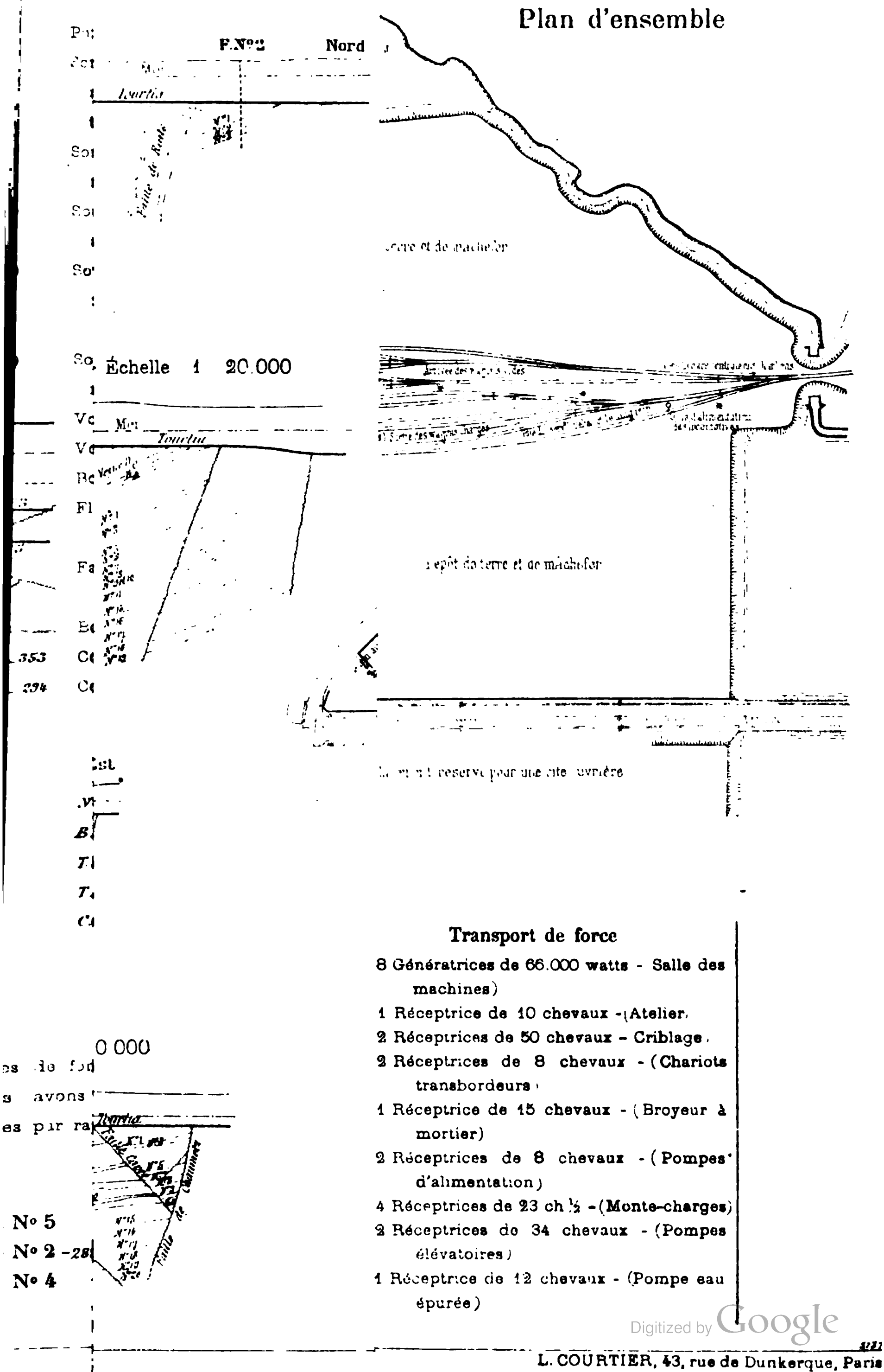
1.250

A

Fig. 6

SIÈGE D'EXPLOITATION N° 5

Plan d'ensemble



Transport de force

8 Génératrices de 66.000 watts - (Salle des machines)
1 Réceptrice de 10 chevaux - (Atelier)
2 Réceptrices de 50 chevaux - (Criblage)
2 Réceptrices de 8 chevaux - (Chariots transbordeurs)
1 Réceptrice de 15 chevaux - (Broyeur à mortier)
2 Réceptrices de 8 chevaux - (Pompes d'alimentation)
4 Réceptrices de 23 ch ½ - (Monte-charges)
2 Réceptrices de 34 chevaux - (Pompes élévatoires)
1 Réceptrice de 12 chevaux - (Pompe eau épurée)

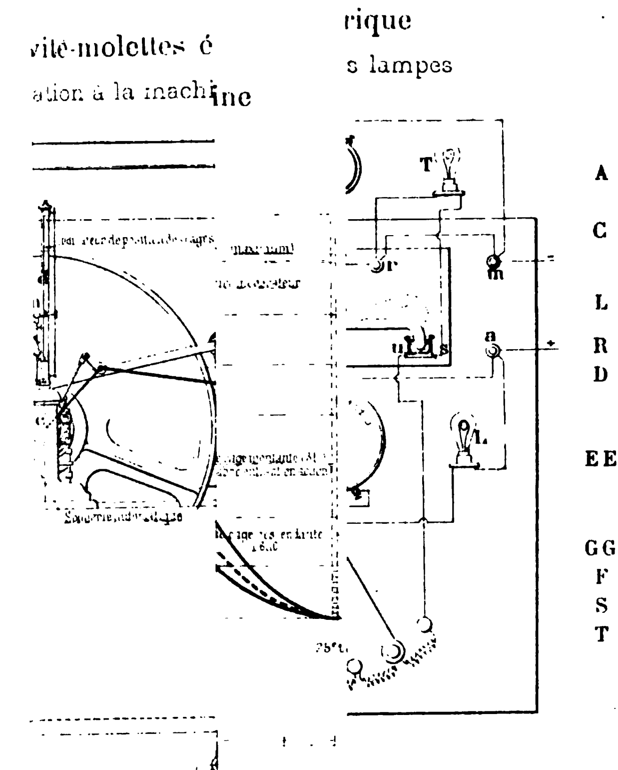
L. COURTIER, 43, rue de Dunkerque, Paris

vité-molettes é

ation à la machine

rique

s lampes



LÉGENDE

A Ampèremètre

C Commutateur pour la charge des lampes et leur décharge sur la lampe coup de fouet L

L Lampe de 32 bougies pour le coup de fouet

R Rhéostat

D Disjoncteur

EE Commutateurs permettant d'envoyer le courant dans les lampes en chargement ou de les remplacer par une résistance équivalente

GG Broches de chargement

F Elément d'accumulateur

S Sonnerie à trembleur

T Lampe témoin

LE FONCTIONNEMENT

LÉGEN

côté du méca-

vapeur à tiroir

nt

du mouvement

é par le mouve-

eur

serrage du frein

ge du frein

molettes

mandant l'obtu-

ateur

placé dans le

r le trajet de

tion des cages

es. —

orne a

lampe

che G

rie des

e A —

Rhéos-

pe de

de la

ourant

orne b

ot j —

nt de

série

che la

ar un

accumulateur F, retentit, et la lampe témoin T s'allume par le courant de charge, en cas de rupture de circuit dans le disjoncteur.

Pour la sonnerie, le courant de l'accumulateur parcourt le circuit suivant : Borne p — Broche o — Disjoncteur D — Borne r — Borne m — Sonnerie S.

Pour l'allumage de la lampe T le courant de charge parcourt le circuit suivant : Borne a — Borne b — Série des lampes — Borne i — Ampèremètre A — Plot j — Plot k — Rhéostat R — Borne n — Borne s — Lampe T Borne r — Borne m.

L'usage de cette lampe n'est pas indispensable ; elle ne peut s'allumer : en cas de rupture du circuit des lampes, ou en cas d'interruption du courant de charge.

L. COURTIER, 43, rue de Dunkerque, Paris

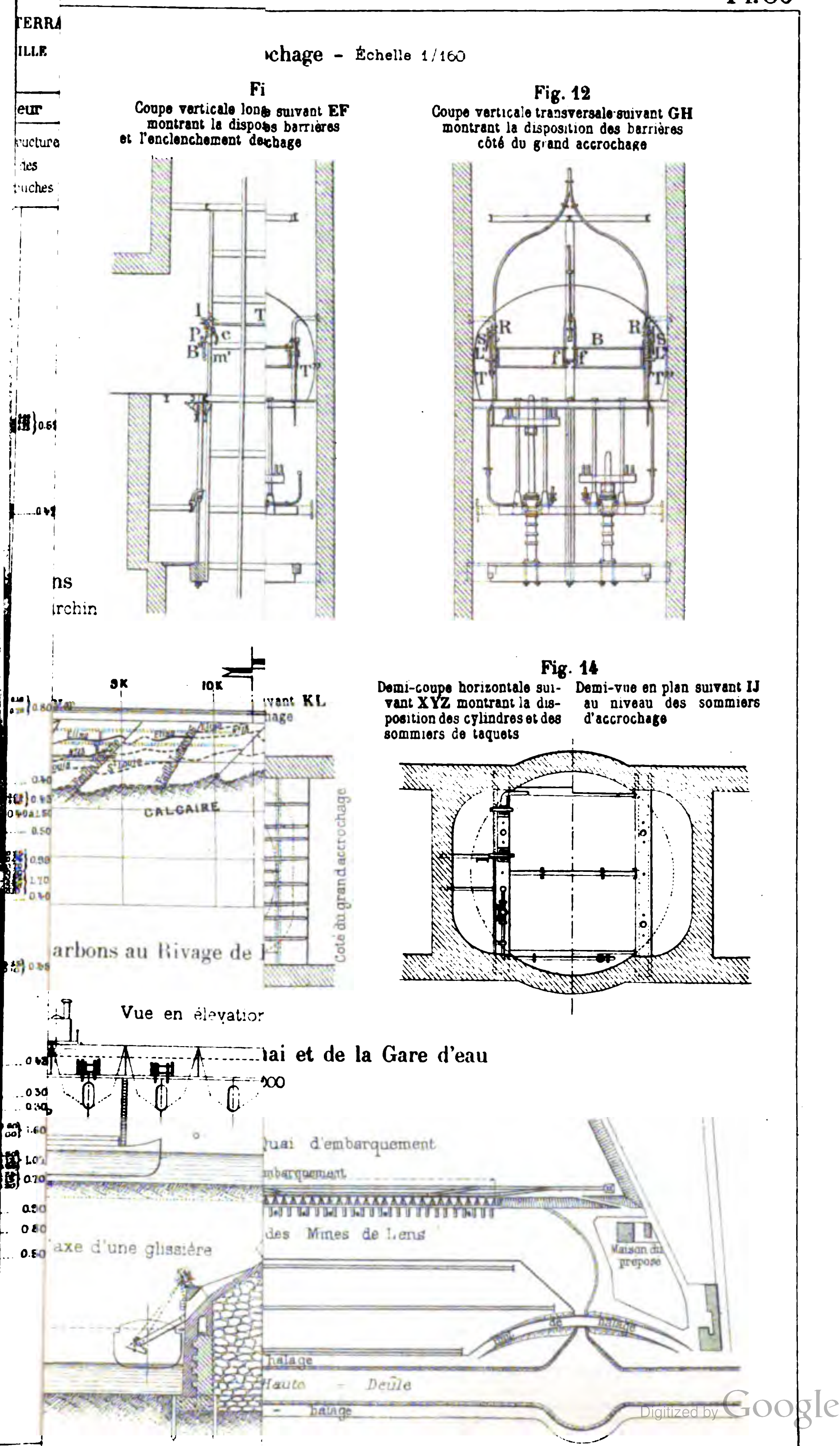

ERRA
ILLE
eur
ructure
les
ruches
chage - Échelle 1/160
Fi
Coupe verticale long suivant EF
montrant la dispos des barrières
et l'enclenchement de chage
Fig. 12
Coupe verticale transversale suivant GH
montrant la disposition des barrières
côté du grand accrochage
ns
rchin
CALCAIRE
Côté du grand accrochage
Fig. 14
Demi-coupe horizontale suivant XYZ montrant la disposition des cylindres et des sommiers de taquets
Demi-vue en plan suivant IJ au niveau des sommiers d'accrochage
arbons au Rivage de
Vue en élévation
ai et de la Gare d'eau
Quai d'embarquement
des Mines de Lens
axe d'une glissière
Maison du préposé
halage
Haute Deûle

Fig. 10

Flexions pendant le remplissage

1.500
1.446
1.130
0.613
0.500
0.463
0.231
0.113
90°
120°
150°
180°
B A C D B

0.393
180°
0.378
180°
0.500
141
180° 165°
B

çonné

Fig 12

Tuyau de 3m30 de diamètre

Conduite de Champ (Isère)

Terre et gravier
Terrain naturel
Béton

0.352
180°
0.469
180° 165°
B
0.041
0.021
0.009
165° 180°
B

Fig. 14

Tuyau de 3m00

de diamètre

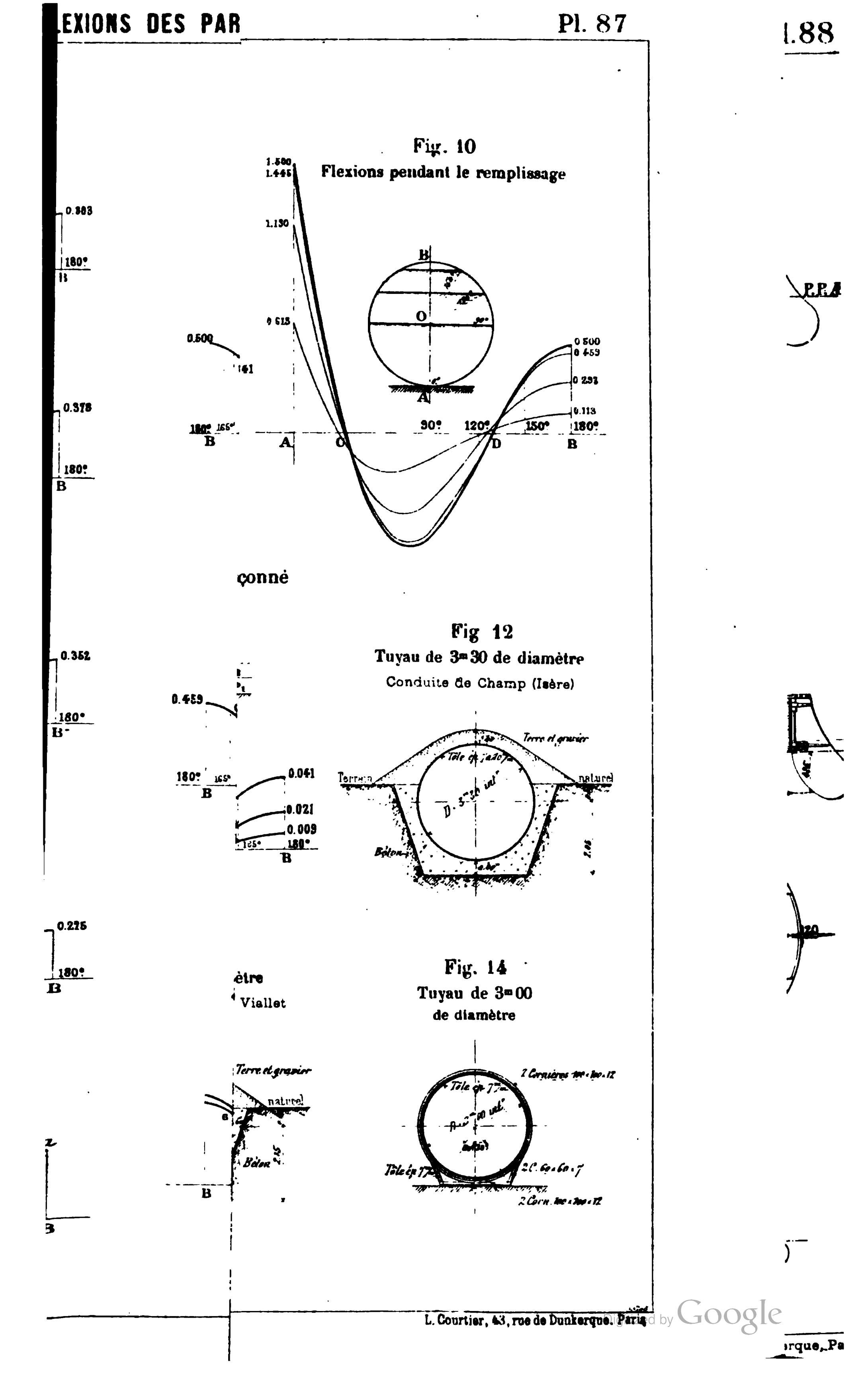
2 Cornières
Tôle ép. 7
2 Corn

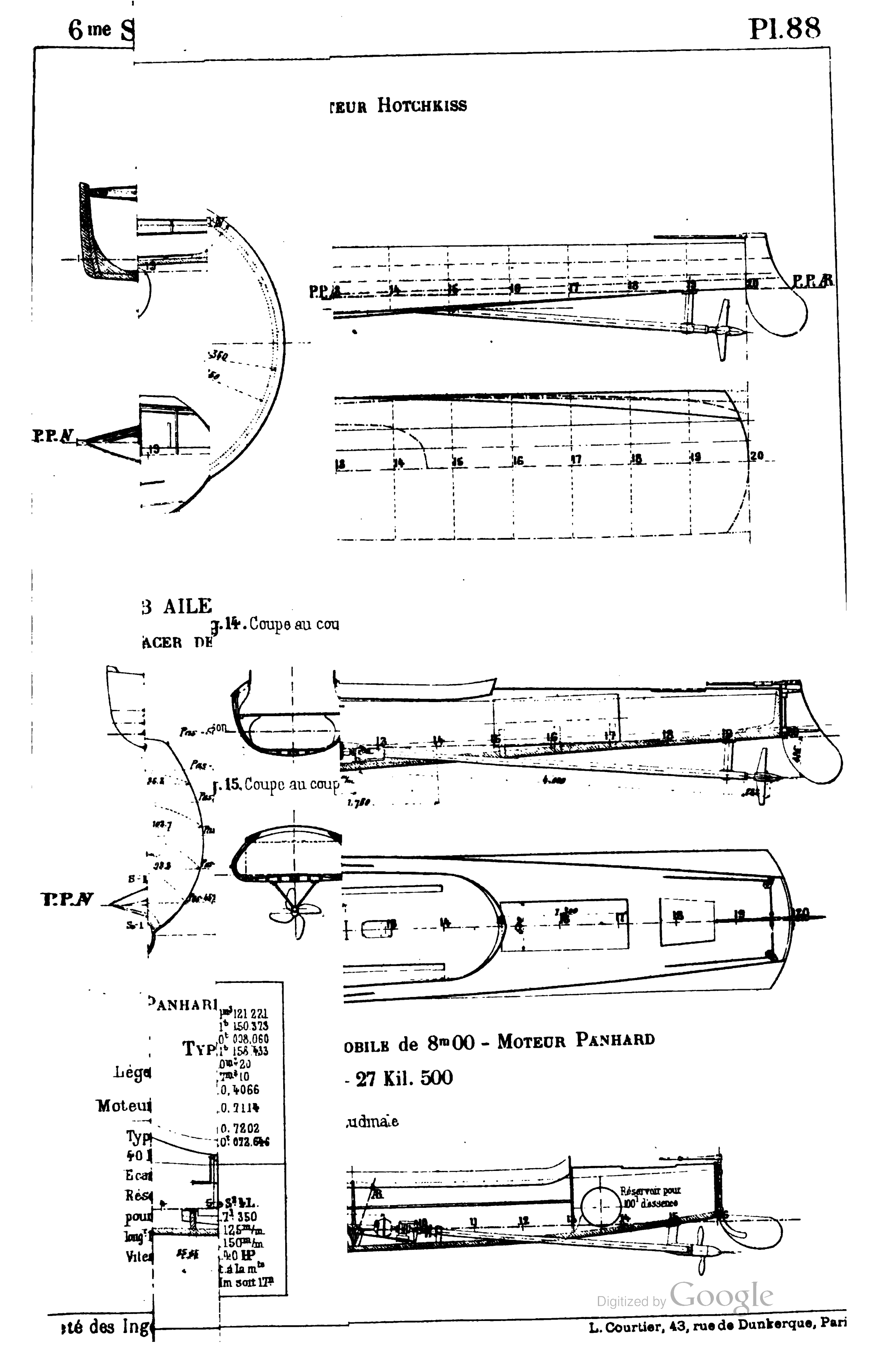
0.225
180°
B

ètre

Viallet

Terre et gravier
naturel
Béton
B


Fig. 10
Flexions pendant le remplissage
1.500
1.446
1.130
0.615
0.500
0.459
0.231
0.113
90°
120°
150°
180°
A
B
C
D
O
çonné
Fig 12
Tuyau de 3m30 de diamètre
Conduite de Champ (Isère)
Terre et gravier
Terrain
naturel
Béton
0.041
0.021
0.009
0.459
Fig. 14
Tuyau de 3m00
de diamètre
ètre
Viallet
2 Cornières
Béton



6 me S
Pl. 88
TEUR HOTCHKISS
P.P.R
P.P.A
P.P.N
3 AILE
ACER DE
.14. Coupe au cou
.15. Coupe au coup
T.P.N
PANHARI
TYP
OBILE de 8m00 - MOTEUR PANHARD
- 27 Kil. 500
Lége
Moteu
ıdınale
Réservoir pour 100l d'essence
té des Ing
L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Pari

Pl. 89

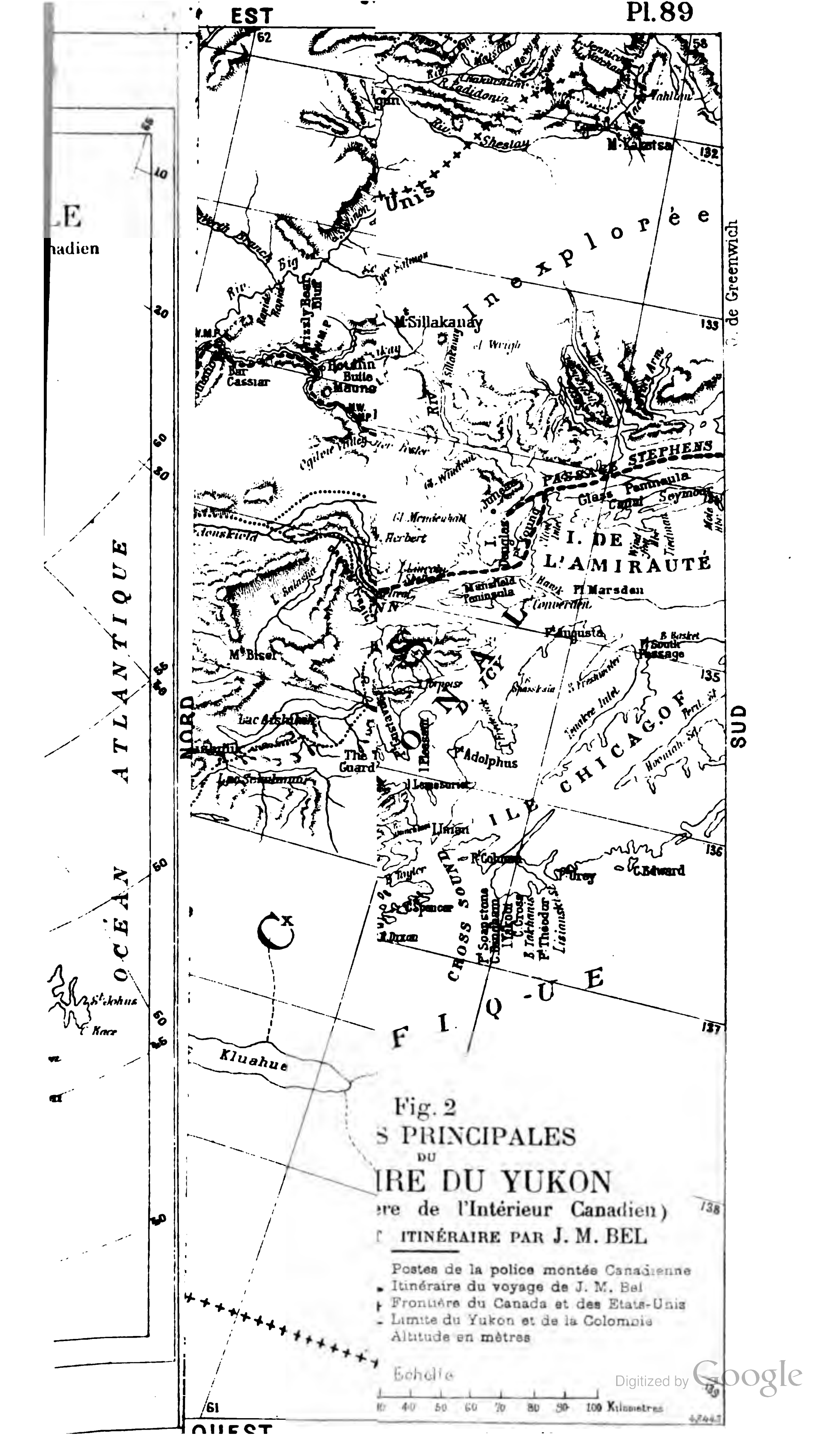


Fig. 2

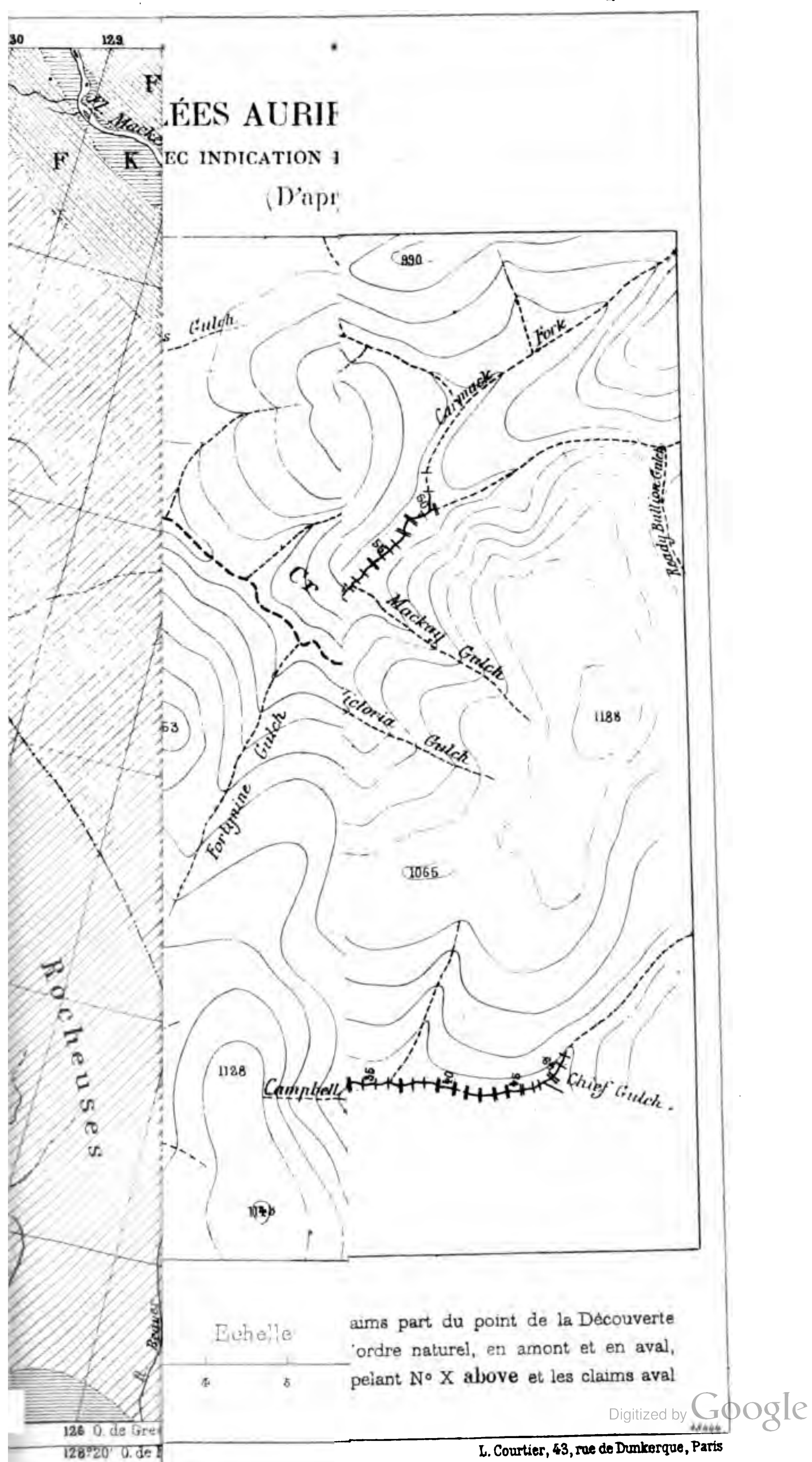
S PRINCIPALES DU IRE DU YUKON (ere de l'Intérieur Canadien)

ITINÉRAIRE PAR J. M. BEL

Postes de la police montée Canadienne
Itinéraire du voyage de J. M. Bel
Frontière du Canada et des États-Unis
Limite du Yukon et de la Colombie
Altitude en mètres

Échelle

0 40 50 60 70 80 90 100 Kilomètres



aims part du point de la Découverte
'ordre naturel, en amont et en aval,
pelant N° X above et les claims aval

L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

BRUGES ÉCLUSE &c

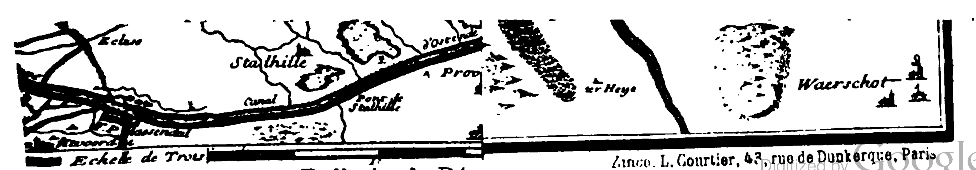
2



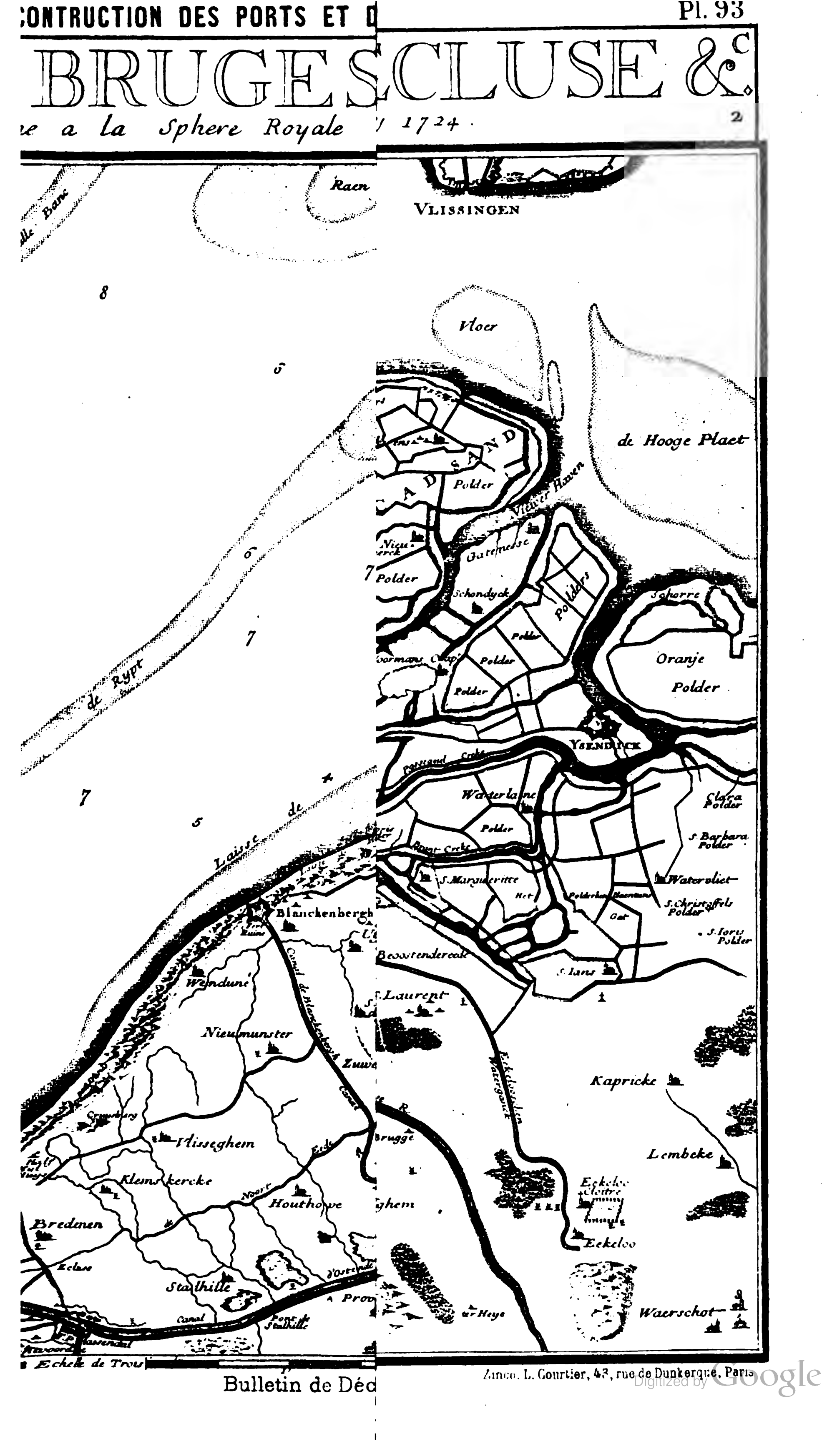
Zinco L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

BRUGES ÉCLUSE &c.

2

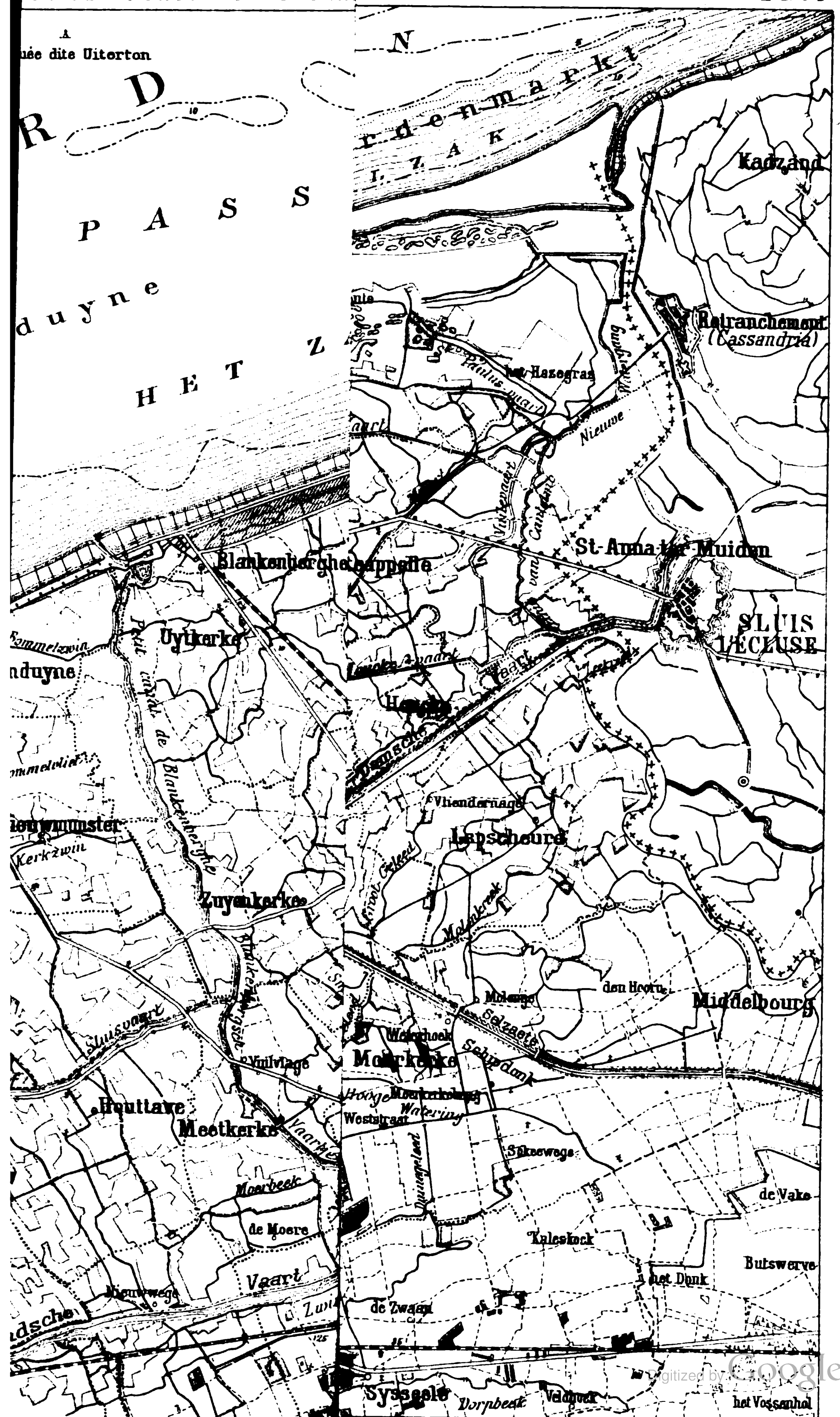


Zinco. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



Bulletin de Déc

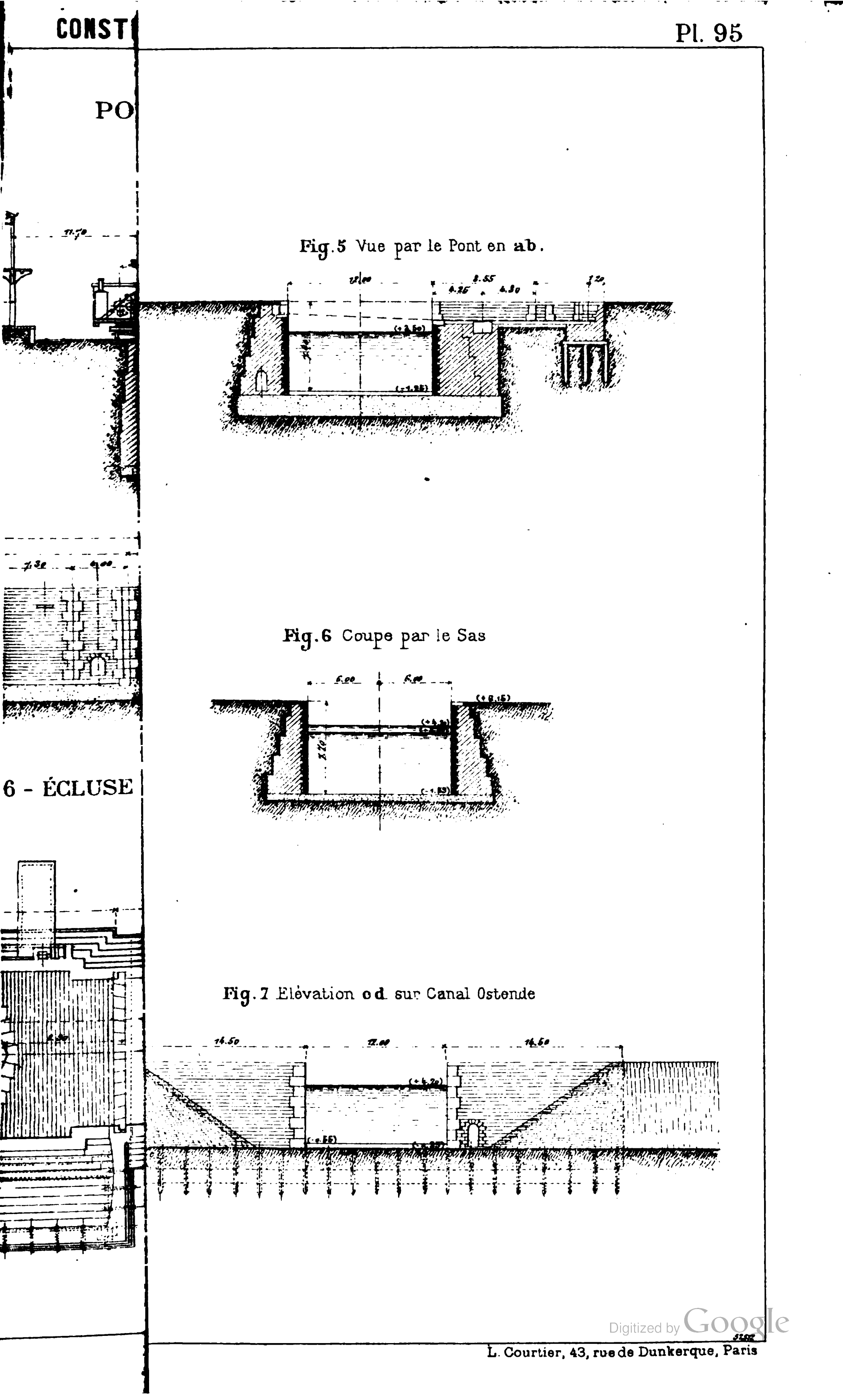
Zinco. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

PO

6 - ÉCLUSE



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

T DE 22 MÈTR

Éch

Fig. 5 Coupe transversale au devant de la pile de Volée par od.

AL MARITIME

Coupe transversale

d'eau + 3.50 Zéro d'Ostende

Plafond (-4.58)

largeur totale 200m00

L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

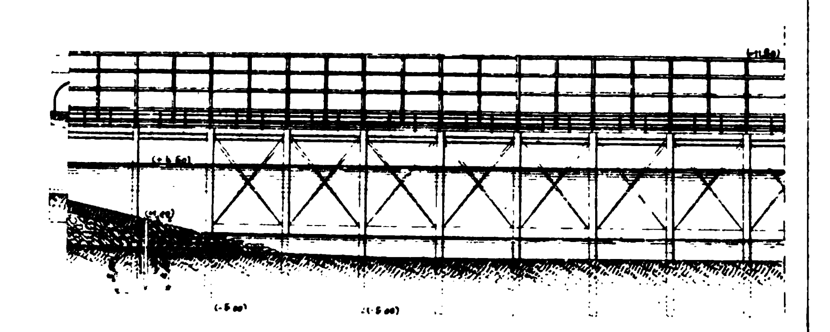


Fig. 4 Coupe transversale ef

Rail (+7.40)

Perré

Remblai

Estran

11.00

10.00

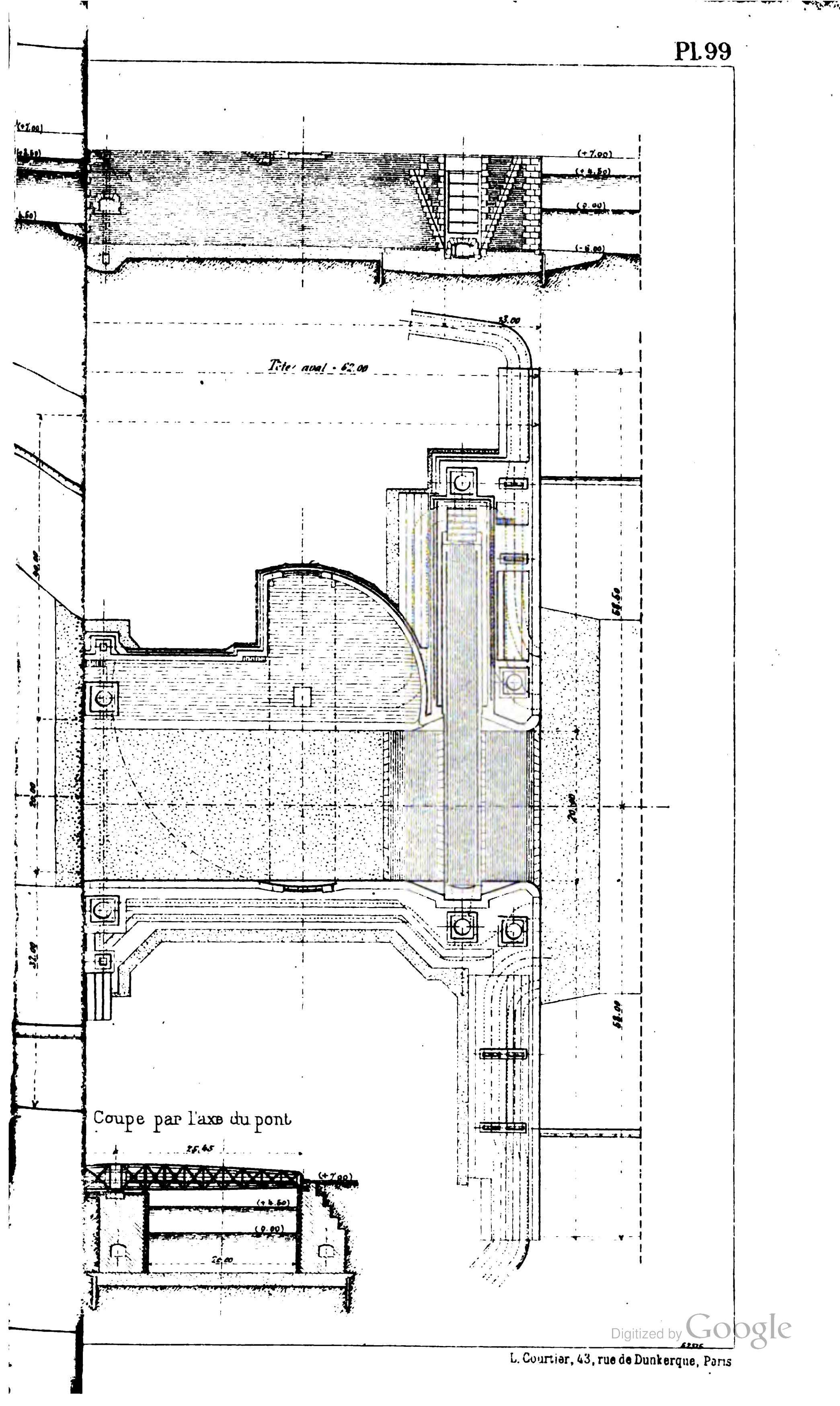
4.32

6.00

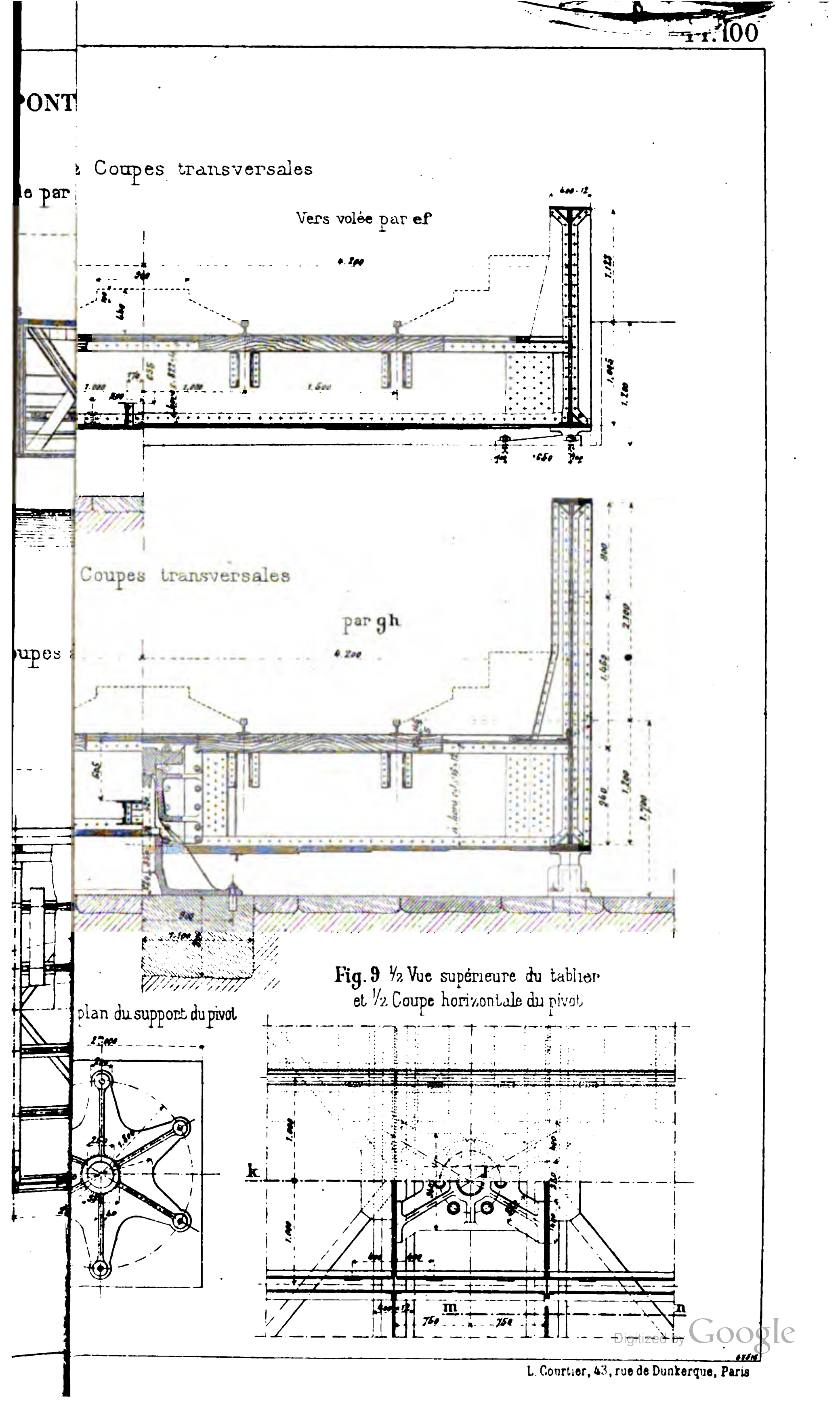
de

Lause

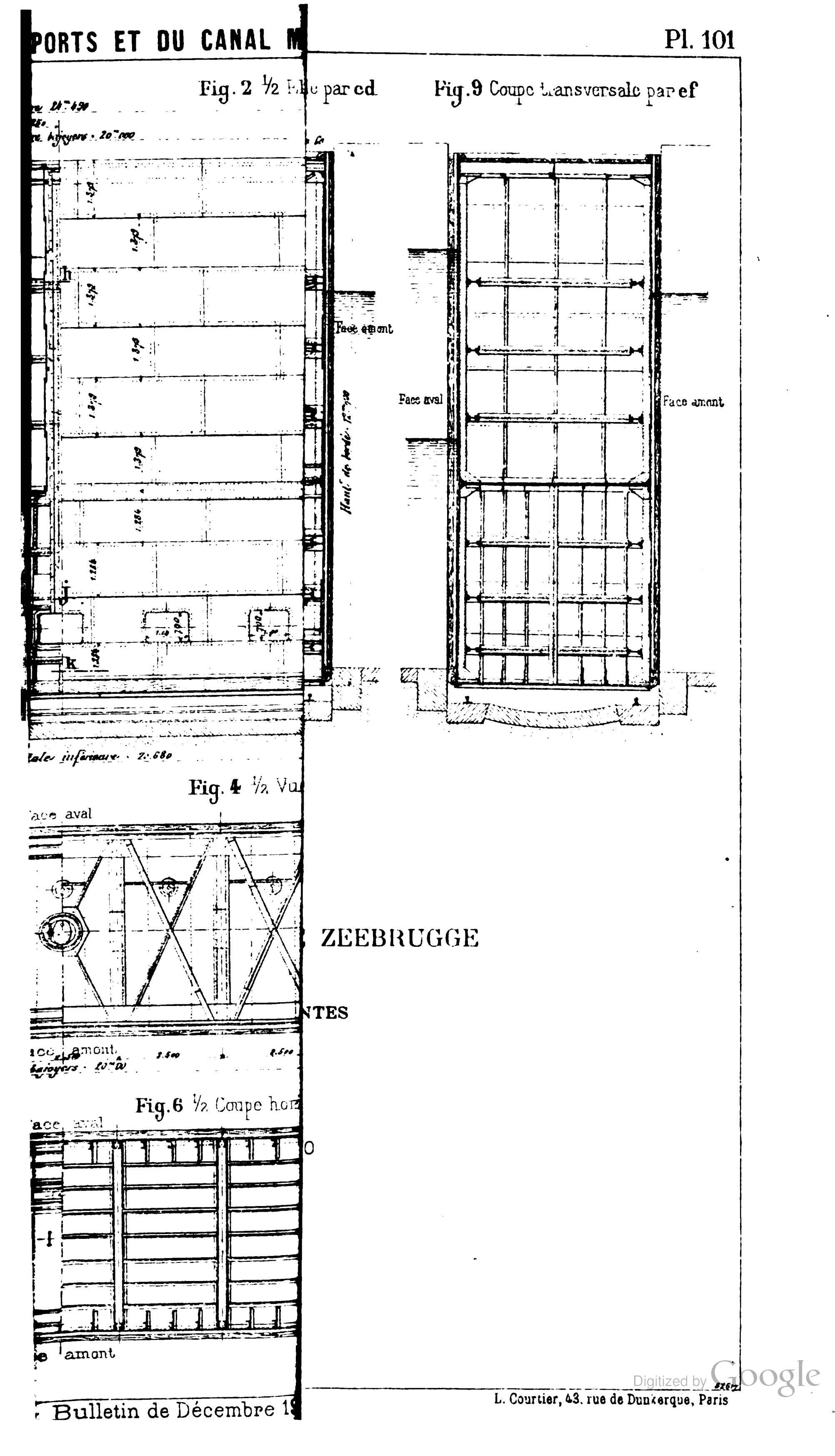
L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



